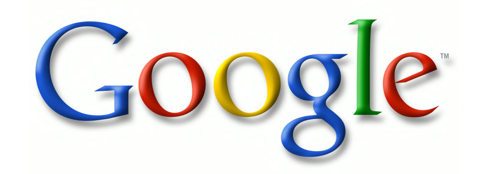
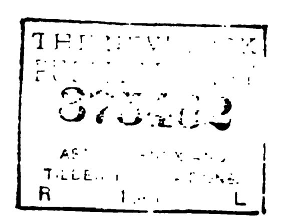



NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06636790 9

VDH

Reich



HANDBUCH

DES

BAUINGENIEURS

EINE VOLLSTÄNDIGE SAMMLUNG DER AN DEN TIEFBAUSCHULEN GELEHRTEN TECHNISCHEN UNTERRICHTSFÄCHER

ZUM GEBRAUCHE

FÜR

DIE SCHULE UND PRAXIS

HERAUSGEGEBEN

UNTER MITWIRKUNG ERFAHRENER FACHMÄNNER

VON

R. SCHÖLER

DIREKTOR DER ANHALTISCHEN BAUSCHULE IN ZERBST

III. BAND

DER STÄDTISCHE TIEFBAU



LEIPZIG 1907

VERLAG VON BERNH. FRIEDR. VOIGT.

DER

STÄDTISCHE TIEFBAU

UMFASSEND:

DIE BEBAUUNGSPLÄNE, DIE BEFESTIGUNG DER STRASSEN, DIE REINIGUNG DER STRASSENFLÄCHEN UND BESEITIGUNG DES KEHRICHTS, DIE WASSERVERSORGUNG DER STÄDTE, DIE ENTWÄSSERUNGSANLAGEN DER STÄDTE UND DIE REINIGUNG UND BESEITIGUNG STÄDTISCHER ABWÄSSER

FÜR DEN SCHULGEBRAUCH UND DIE BAUPRAXIS

BEARBEITET

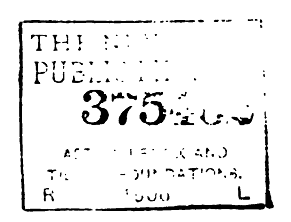
VON

A. REICH
BAUGEWERKSCHULDIREKTOR

MIT 386 TEXTABBILDUNGEN UND 5 TAFELN



LEIPZIG 1907
VERLAG VON BERNH. FRIEDR. VOIGT.


THE
PUB
375
R
L

Vorwort

Die vorliegende Arbeit ist in erster Linie als Lehrbuch für den Unterricht an den Tiefbaukursen der Baugewerkschulen bestimmt, soll aber auch solchen in der Praxis stehenden Tiefbautechnikern zum Selbststudium dienen, welche nach jahrelanger Tätigkeit im Eisenbahn-, Wasserbau- oder sonstigen tiefbautechnischen Fächern, zur städtischen Tiefbauverwaltung übergehen.

Auch den in der städtischen Tiefbauverwaltung stehenden Technikern, sowie solchen, welche sich in Strassenbau- oder Installationsgeschäften in Stellung befinden, soll es ein Nachschlagebuch sein, aus dem sie sich schnell Rat holen können.

Den mitunter auch noch zum städtischen Tiefbau gerechneten Bau der städtischen Strassenbahnen habe ich, soweit es sich lediglich um diesen handelt, fortgelassen, da dieses Kapitel, nach meiner Ansicht, zum Eisenbahnbau und nicht zum städtischen Tiefbau gehört. Dagegen ist die Verbindung von Strassenbahngleis und Fahrbahnbefestigung, sowie die Verstärkung des Unterbaues unter den Gleisen ausführlich behandelt worden.

Zwei besondere Abschnitte habe ich der Reinhaltung, Kehrichtbeseitigung und Staubverhütung auf städtischen Strassen, sowie der von Tag zu Tag wichtiger werdenden Reinigung städtischer Abwässer gewidmet.

Hätte ich bei den Wasserversorgungs- und Entwässerungsanlagen auch die Hausanlagen, sowie die Bade-, Wasch-, Abort- usw. Einrichtungen mit aufgenommen, so würde der Umfang dieses Buches zu gross geworden sein und ausserdem diese Kapitel nur eine Wiederholung des den meisten Technikern bekannten und hiermit allgemein zur Anschaffung empfohlenen Werkes „Opderbecke, Die allgemeine Baukunde“ bedeuten.

Zum Schluss gestatte ich mir noch der Verlagsbuchhandlung meinen verbindlichsten Dank für die gediegene Ausstattung des Buches zu sagen.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.



Sechster Abschnitt.

Berichtigung: In Formel 20, Seite 163, muss es statt $\sqrt{e}$ heissen: $\sqrt{I}$.

Erster Abschnitt.

Die Bebauungspläne.

A. Allgemeines.

Das ursprüngliche Alleinwohnen in Familien und Stämmen wurde zuerst von den Völkern Asiens, Afrikas, Griechenlands und Italiens aufgegeben. Besonders wissen wir von den Aegyptern und Phöniziern, dass sie zum Zwecke besseren gegenseitigen Schutzes und um leichter mit anderen Völkern Handel treiben zu können, Städte gründeten, von welchen manche bald zu hohem Ansehen und grosser Macht gelangten. In Italien waren es zuerst die Etrusker und dann die Römer, welche sich durch Städtegründungen auszeichneten. Auch im Mittelalter war es wieder Italien und zwar besonders die Lombardei, woselbst mächtige und einflussreiche Städte entstanden.

In Deutschland entstanden die ersten Städte am Rhein, indem sich um die seit Kaiser Augustus hier angelegten Kastelle und Lager Menschen ansiedelten. Doch bildeten diese Ansiedelungen nur Ausnahmen, da die Deutschen im allgemeinen wenig Neigung zum Stadtleben zeigten. Erst Kaiser Karl der Grosse (768 bis 814) legte befestigte Plätze an, um welche, ebenso wie bei den Lagern und Kastellen der Römer, sich die schutzbedürftige Bevölkerung ansiedelte. Mit der Ausbreitung des Christentums in den deutschen Gauen entstanden dann weitere Ansiedelungen um die neu errichteten Kirchen und Klöster. Charakteristisch für diese letztgenannten Ansiedelungen ist, dass sich schon frühzeitig in ihnen ein lebhafter Handel, hervorgerufen durch den Verkehr benachbarter Gemeinden nach den Kirchen und Klöstern, entwickelte und dass mit der Bedeutung dieser für eine bestimmte Gegend, auch die Bedeutung der Ansiedelung wuchs und sich durch ständigen Zuzug vermehrte.

Auch an anderen geeigneten Punkten, wie z. B. an den grossen Heerstrassen, welche Deutschland mit Italien verbanden und welche, wenn auch vorwiegend, so doch nicht ausschliesslich dem Truppentransport, sondern auch dem Transport von Waren und dem allgemeinen Verkehr dienten, sowie an für den Güteraustausch und dem Verkehr besonders günstig gelegenen Stellen unserer grösseren Ströme siedelten sich, Städte bildend, Menschen in grösserer Zahl an. Auch hier überragten bald die besonders günstig gelegenen Ansiedelungen die weniger günstig gelegenen an Bedeutung und entwickelten sich in verhältnismässig kurzer Zeit zu grossen Handelsplätzen und vermögenden volkreichen Städten. Ausser

den eben genannten Faktoren förderte auch schon frühzeitig eine weise Gesetzgebung die Entwickelung der Städte. So war es, als erster deutscher Kaiser, wohl Heinrich I. (919 bis 936) welcher, abgesehen davon, dass er die Zahl der Städte in Norddeutschland bedeutend vermehrte, den Bewohnern der neuen Städte, die aus dem Stande der Hörigen hervorgingen, mit gewissen Einschränkungen die Rechtsfähigkeit erteilte, sowie die Wichtigkeit und Bedeutung der Städte dadurch hervorhob, dass er Reichsversammlungen und sonstige Feierlichkeiten in sie verlegte, ihnen auch das wichtige Münzrecht verlieh und überhaupt auf jede Weise ihren Handel und ihr Gewerbe förderte.

Allerdings ideal und im modernen Sinne angenehm war der Aufenthalt in diesen alten Städten nicht zu nennen; schmale, winkelige Strassen, angelegt wie es dem augenblicklichen Bedürfnisse entsprach, gar nicht oder doch nur mangelhaft befestigt, beleuchtet und namentlich entwässert. Aus den Häusern liefen die Schmutzwässer oberirdisch in den tiefen Strassenrinnstein und in diesen Gräben staute und sammelte sich eine ekelerregende, schlammige Masse, deren Gase, besonders zur Sommerszeit, die ganze Strasse verpesteten, während im Winter das überlaufende Schmutzwasser zu Eis gefror und den Verkehr lebensgefährlich machte.

Wenn auch in Bezug auf Sauberkeit im Laufe der Jahrhunderte Wandel geschaffen wurde, so liess doch die Beleuchtung und Strassenbefestigung noch zu Beginn des vorigen Jahrhunderts, selbst in den grossen Städten, sehr viel zu wünschen übrig. Und in den kleinen und Landstädten finden wir auch heute noch manchmal schmutzige, stinkende Rinnsteine, schreckliches Pflaster und äusserst mangelhafte Beleuchtung.

Eine Trennung von Bürgersteig und Fahrdamm bestand vielfach nicht und oft zog sich der Bürgersteig nicht an den Häusern entlang, sondern befand sich in der Mitte der Strasse, wo er durch besonders breite Steine*) gekennzeichnet wurde. In italienischen Städten findet man diese Anordnung auch heute noch vielfach vor.

Je nach ihrer Bedeutung für den Staat oder einen Teil desselben oder dem Vorwiegen eines Berufes, wie Handel, Verkehr, Gelehrsamkeit usw. spricht man von einer Residenzstadt, einer Hauptstadt, einer Kreisstadt, einer Handelsstadt, einer Fabriksstadt, einer Seestadt, einer Universitätsstadt usw., wobei dieselbe Stadt selbstredend auch mehrere Bezeichnungen führen kann. So ist z. B. Berlin nicht nur Haupt- und Residenzstadt, sondern auch Universitäts-, Handels- und Fabriksstadt; Hamburg ist See- und Handelsstadt und Greifswald Universitäts- und Kreisstadt.

Nach der Bevölkerungsziffer unterscheidet man:

Grossstädte,	mit mehr als 100,000	Einwohnern,
Mittelstädte,	mit 20 bis 100,000	„
Kleinstädte,	mit 5 bis 20,000	„
Landstädte,	mit weniger als 5000	„

Das Wachstum der Bevölkerung einer Stadt ist sehr verschieden und von den verschiedensten Faktoren abhängig. Eine gesunde Lage der Stadt und eine

*) Hierauf bezieht sich der Vers des Studentenliedes: „Wo sind sie, die vom breiten Stein nicht wankten und nicht wichen . . . . .“

gesunde Lebensweise ihrer Einwohner garantiert im allgemeinen schon ein Wachstum der Bevölkerung durch den Ueberschuss der Geburten über die Todesfälle; eine gesunde und reizvolle Lage veranlasst Rentner, pensionierte Beamte und Offiziere die Stadt zum Wohnsitz zu wählen (Görlitz, Wiesbaden, Weimar) und dadurch zur Vermehrung der Bevölkerung beizutragen. Auch eine Stadt, welche nach vielen Richtungen hin Eisenbahnverbindung, bequemen Wasserverkehr und dergleichen besitzt, wird vielfach als Wohnsitz bevorzugt. Am einflussreichsten ist in dieser Beziehung aber Handel und Industrie. Diese bieten die meiste Erwerbs- und Arbeitsgelegenheit und ziehen dadurch, da die überwiegende Mehrzahl der Bevölkerung auf Erwerb angewiesen ist, die Menschen an sich. Es wird das recht augenscheinlich, wenn man beobachtet, wie bedeutend der Prozentsatz ist, um den von einer Volkszählung zur anderen — also alle 5 Jahre — die Industriestädte des Westens gegenüber den Städten in dem industriearmen Osten unseres Vaterlandes wachsen.

Abgesehen von einigen Ausnahmen ganz aussergewöhnlicher Bevölkerungszunahme schwankt das Wachstum der Bevölkerung in den Grossstädten zwischen 0,35 bis 11,5 Proz. und nähern sich im allgemeinen die Städte im Osten Deutschlands dem niedrigen, die im Westen dem höheren Prozentsatz. Auch die Grösse der Städte ist von Einfluss auf die Grösse der Bevölkerungszunahme; so betrug in den Jahren 1890/95 der durchschnittliche jährliche Zuwachs in den Grossstädten 2,6 Proz., in den Mittelstädten 2,9 Proz., in den Kleinstädten 1,0 Proz. und in den Landstädten 0,5 Proz.

Um zu wissen, wieviel Einwohner E_1 eine Stadt von gegenwärtig E Bewohner nach x Jahren bei einer jährlichen Zunahme von p Proz. haben wird, bedient man sich der Formel:

1. $$E_1 = E\left(1 + \frac{p}{100}\right)^x.$$

Selten wird eine Stadt nach allen Seiten gleichmässig wachsen, sondern fast immer wird eine bestimmte Richtung bevorzugt werden. Liegt beispielsweise der Bahnhof in gewisser Entfernung von der Stadt, so wird naturgemäss die Entwickelung der Stadt nach diesem hin geschehen.

Manchmal ist es auch die durch keine äusserlich erkennbaren Gründe bedingte Vorliebe für eine bestimmte Richtung, wie z. B. in Berlin die überwiegende Erweiterung nach Westen, welche den Wachstum einer Stadt nach einer bestimmten Richtung bedingt.

Andere Ursachen für die Erweiterung einer Stadt nach bestimmten Richtungen liegen in der Beschaffenheit des Geländes. So wird eine im langgestreckten Tale liegende Stadt sich vorwiegend talauf- und talabwärts ausdehnen, während die durch die Bergabhänge bedingten Schwierigkeiten eine Bebauung dieser mehr oder weniger ausschliessen. Ferner können öffentliche Parkanlagen, wie z. B. in Hannover die Eilenriede, in Berlin der Tiergarten, in Karlsruhe der Schlosspark, in Leipzig das Rosental, die Entwickelung der Stadt nach dieser Richtung ganz hemmen oder die Bebauung zieht sich um die Anlagen herum, dieselben von allen Seiten umschliessend.

Den gleichen Einfluss üben Eisenbahnlinien, Flüsse, Seen, sehr ungünstige Bodenverhältnisse usw. aus. Letztere allerdings nicht immer; doch ist ihr Einfluss auf jeden Fall für die Art der Bebauung unleugbar, da sich z. B. auf Moorboden bestimmt keine Villenkolonien ansiedeln werden.

B. Erfordernisse bei der Aufstellung der Bebauungspläne.

Bevor man an die Aufstellung eines Bebauungsplanes herangeht, sind sehr sorgfältige Ermittelungen über die Bedürfnisfrage anzustellen, und dementsprechend werden unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse Fabrik- und Speicherbetriebe, sowie die dazu gehörigen Kontore und Wohnungen für Arbeiter und Angestellte, entweder in die unmittelbare Nähe von Eisenbahnen und Wasserstrassen oder wenigstens so gelegt werden müssen, dass durch Anschlussgeleise und Zweigkanäle die Betriebe direkten Verkehr mit Eisenbahn und Wasserlauf erhalten.

Wie bereits erwähnt, sollen auch in der Nähe der Betriebe, und zwar entweder zwischen durch oder in direkt an die Fabrikstrassen anschliessende Seitenstrassen, Wohnhäuser für Angestellte und Arbeiter errichtet werden, da diese gewöhnlich dringend wünschen, in der Nähe ihrer Arbeitsstätte zu wohnen. Auch empfiehlt es sich bei der Planbearbeitung darauf Rücksicht zu nehmen, dass auch der Fabrik- oder Kaufherr in der Nähe seiner Arbeitsstätte Wohnung erhalten kann, obgleich dieser es meist vorzieht, in entfernteren, sogenannten „besseren Gegenden“ mit seiner Familie zu wohnen.

Ist die Stadterweiterung notwendig im Interesse des sogenannten Mittelstandes, d. h. des Kleinkaufmanns und des kleinen Gewerbetreibenden, so wird man zweckmässig den neuen Stadtteil direkt an den eigentlichen Stadtkern anschliessen. Es würden dann an den Hauptstrassen sich die Geschäftsleute, Aerzte, Rechtsanwälte, Baumeister usw. ansiedeln, während die Häuser in den ruhigeren Nebenstrassen ausschliesslich Wohnzwecken zu dienen hätten. Wünschenswert ist hierbei eine möglichst bequeme Verbindung einerseits mit dem Stadtinnern, andererseits mit dem Bahnhofe.

Rentner oder Geschäftsleute, welche ihre Wohnung vom Geschäftslokal getrennt zu haben wünschen, wohnen gern in äusseren Bezirken, um möglichst ruhig und in gesunder, freier Luft leben zu können. Man wird also für diese Bauplätze in den Aussenbezirken anlegen, welche möglichst entfernt vom Fabrikbetriebe und dem Geräusche des Stadtverkehrs liegen. Doch ist aus oben angegebenem Grunde eine bequeme Verbindung sowohl mit dem Fabrikviertel als auch mit dem Stadtinnern wünschenswert.

Nun wird ja nicht immer die Stadt sich in der Weise entwickeln, dass nur für eine der vorgenannten Kategorien Bauplätze geschaffen werden müssen, sondern für zwei oder für alle. Es wird sich aber auch dann, gewöhnlich durch örtliche Verhältnisse gegeben, eine Trennung der verschiedenen Bedürfnisse in vorstehend angegebenem Sinne durchführen lassen.

Je nach der Grösse der auf einem Hektar wohnenden oder wohnensollenden Bevölkerungszahl unterscheidet man im allgemeinen:

dichte	Bebauung,	wenn	mehr als 250	Menschen	auf	1	ha
mitteldichte	„	„	125 bis 250	„	„	1	„
weiträumige	„	„	weniger als 125	„	„	1	„

wohnen.

Bedeutend grössere Rücksichten als bei Landstrassen ist bei den städtischen Strassen auf die Art und Form des Verkehrs zu nehmen. Zunächst muss in

jeder Strasse der Fussgänger- vom Wagenverkehr streng getrennt werden. Der Bürgersteig muss genügend breit sein, um den Verkehr der von einem Hause zum anderen, von einer Strasse zur anderen, von einem Platze zum anderen, von einem Stadtteil zum anderen eilenden Fussgänger, der in die Geschäfte gehenden und aus diesen kommenden Käufer, des vor den Schaufenstern sich aufhaltenden Publikums in bequemster Weise zu ermöglichen. Er muss ferner alle diese Menschen vor dem Wagenverkehr schützen. Ebenso muss der Fahrdamm breit genug sein, um darauf einen bequemen Fuhrwerksverkehr zu ermöglichen. Es müssen die Wagen bequem aneinander und an den vor den Häusern haltenden Fuhrwerken vorbeifahren können; es muss Rücksicht genommen werden auf den ungehinderten Verkehr der Stassenbahnen und — wenigstens in Vorstadtstrassen — der Fahrräder, der Kraftfahrzeuge und der Reiter.

Alle diese Rücksichten zwingen bei der Bestimmung der Strassenbreite überhaupt, sowie der Fahrdamm- und der Bürgersteigbreite im besondern, zu einer sorgfältigen Abwägung aller in Betracht kommenden Verhältnisse. Sie müssen auch bei der Wahl der Befestigungsart der Strassen berücksichtigt werden, ebenso wie man bei dieser auf die Möglichkeit einer schnellen und sorgfältigen Reinigung Bedacht zu nehmen hat.

Weiter ist auf zweckmässige Entwässerung des Erweiterungsgebietes zu sehen, was am einfachsten durch passende Höhenlage desselben geschieht, sowie dadurch, dass das Strassenwasser nur auf kurze Strecken oberirdisch auf beiden Seiten des Dammes in ganz flachen Rinnsteinen dahinfliesst und möglichst schnell der unterirdischen Kanalisationsleitung zugeführt wird. Das Dach- und Hauswasser ist diesen Leitungen sofort und auf kürzestem Wege zuzuführen.

Auf jedem gut und unter Berücksichtigung aller Verhältnisse durchgearbeiteten Bebauungsplan muss man sofort die Verkehrsstrassen und die Baustrassen, worunter man Nebenstrassen versteht, welche nur zum Zwecke des Anbaues angelegt sind, erkennen können. Während man die Breite der letzteren, des teuren Baulandes wegen, wenigstens in solchen Stadtteilen, in welchen Häuser mit billigeren Wohnungen errichtet werden sollen, auf das geringste zulässige Mafs beschränken wird, ist bei der Bestimmung der Breite von Verkehrsstrassen ausschliesslich der Umfang des Verkehrs mafsgebend. Aber auch hier wird man, um möglichst wenig vom Baugelände fortnehmen zu müssen, nur den Haupt-Verkehrsstrassen, d. h. den Strassen zwischen wichtigen Sammelpunkten des Verkehrs, wie z. B. zwischen dem Bahnhof und dem im Innern der Stadt belegenen Marktplatz, eine solche Breite geben, dass sich der voraussichtlich stärkste Verkehr auf ihnen glatt abwickeln kann; im übrigen aber wird man auch bestrebt sein, den Verkehr, vor allem den Lokalverkehr tunlichst durch Zerstreuung in Verkehrs-Nebenstrassen, Ringstrassen usw. abzuleiten und dadurch die Hauptverkehrsstrassen zu entlasten (Fig. 1).

Es ist nicht richtig, den Hauptverkehrsstrassen eine wechselnde Breite zu geben, weil etwa an einer Stelle plötzlich der Verkehr voraussichtlich geringer werden wird, noch plötzliche Richtungswechsel vorzunehmen, weil dadurch die Uebersichtlichkeit vermindert und der Verkehr gefährdet wird.

Ist an und für sich schon das Wohnen so vieler Menschen auf verhältnismässig engem Raume, wie es in unseren grossen Städten meistens der Fall ist, aus gesundheitlichen Gründen nicht günstig, so kann ein schlecht angelegter

Bebauungsplan in dieser Beziehung noch ungünstig, ein gut angelegter dagegen günstig wirken.

Es müssen daher die Strassen so orientiert werden, dass überall Luft und und Sonne unbehindert hingelangen kann, dass also absolute Schattenwohner nicht vorkommen und ebensowenig der aus der Hauptwetterrichtung für die betreffende Gegend daherbrausende Sturm die Strasse entlang fegen kann. Wenn möglich, sollen daher die Strassenzüge die Richtung Nord-Süd oder von Nord-Ost nach Süd-West oder von Nord-West nach Süd-Ost haben. Doch lässt sich diese Orientierung in der Praxis selten vollständig durchführen, sei es aus Rücksichten des Verkehrs, der Geländegestaltung oder sonstiger örtlicher Verhältnisse halber.

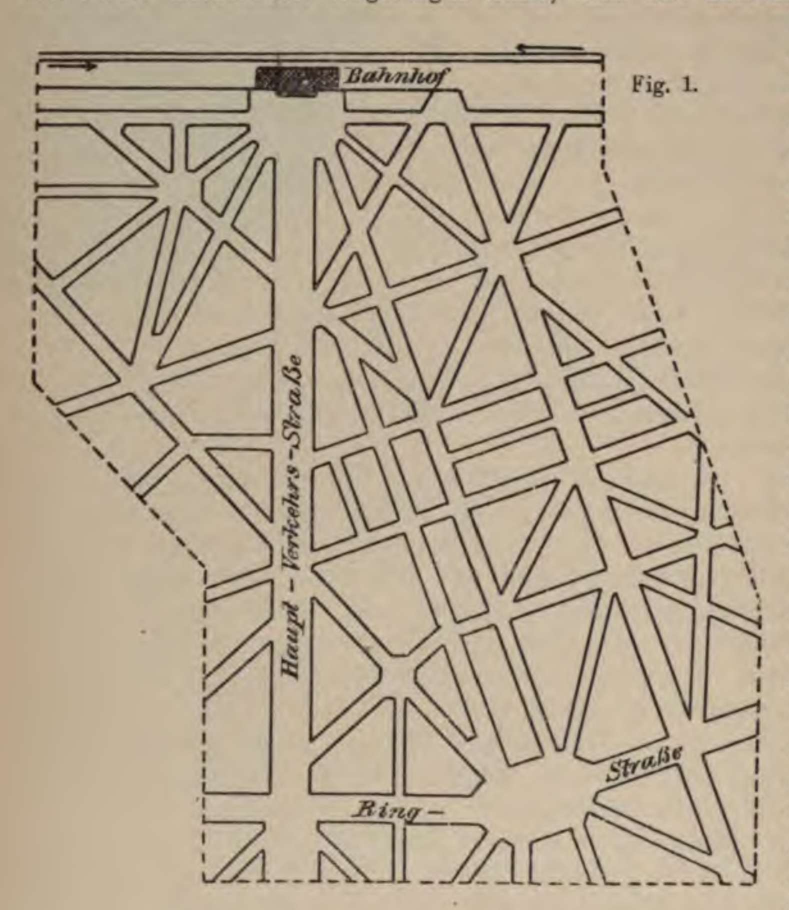


Fig. 1.

Ferner soll für eine genügende Anzahl freier Plätze, welche möglichst mit gärtnerischen Anlagen zu versehen sind und welche mit Recht „die Lungen der Grossstadt“ genannt werden, Sorge getragen werden. Und zwar wird es im gesundheitlichen Interesse im allgemeinen besser sein, kleinere Plätze in grösserer Zahl über das ganze Erweiterungsgebiet zu verteilen, als nur wenige, aber grosse Plätze anzuordnen. Einige dieser Plätze sollten auch, besonders in verkehrsreichen Stadtteilen, als Kinder-, Spiel- und Sportplätze eingerichtet werden, um die Kinder den Gefahren des Strassenverkehrs zu entziehen und sie besser beaufsichtigen zu können.

Ein weiteres nicht zu unterschätzendes Mittel, den Gesundheitszustand der Bevölkerung günstig zu beeinflussen, ist das Bepflanzen der Strassen mit Bäumen. Plätze und zwar besonders Schmuckplätze beleben auch, ebenso wie baumgeschmückte Strassen, das Bild städtischer Strassenanlagen, gewähren ein freundliches Aussehen und wirken ebenso malerisch wie gekrümmte und gebrochene Strassenzüge. Geradezu unschön und ermüdend wirken zu lange, in gerader

Linie angelegte Strassen. Auch wird man oft die Strassenzüge viel besser den Geländeverhältnissen anpassen können, wenn man von der geraden Richtung abweicht und die Strassenrichtung wechselt oder die Linie krümmt.

Die Schönheit des Strassenbildes wird auch gehoben durch zweckmässige und richtige Stellung öffentlicher Gebäude und durch angenehme Gruppierung ihrer Umgebung.

C. Gesetzliche Bestimmungen.

Da der Staat ein grosses Interesse an der ordnungsmässigen Erweiterung der Städte im Interesse des Verkehrs und der Gesundheitspflege hat, da er ferner für einen gerechten Ausgleich der öffentlichen und der Privatinteressen zu sorgen hat, welch letztere hauptsächlich darin bestehen, dass die Grundbesitzer sich oft genug weigern, das Strassenland unentgeltlich oder gegen mäfsige Entschädigung abzutreten, oder dass sie verhindern wollen, dass eine Strasse ihr Grundstück in einem für die spätere Verwertung als Bauland ungünstigen Sinne durchschneidet, so bestehen in fast allen Staaten gesetzliche Bestimmungen über die Anlage und Veränderung von Strassenzügen, welche bindende Vorschriften enthalten, soweit das Hoheitsrecht des Staates es gestattet, in das Selbstverwaltungsrecht der Gemeinden und das Privatrecht des Einzelnen einzugreifen. Da diese Bestimmungen wohl für alle deutschen Staaten in den Hauptpunkten im wesentlichen übereinstimmen, sollen nur die Gesetze bezw. Verordnungen, welche für das Königreich Preussen mafsgebend sind, hier aufgeführt werden: Es ist dies das „Gesetz, betreffend die Anlegung und Veränderung von Strassen und Plätzen in Städten und ländlichen Ortschaften, vom 2. Juli 1875“ und die „Vorschriften für die Aufstellung von Fluchtlinien- und Bebauungsplänen vom 28. Mai 1876“.

D. Die Gestaltung der Strassen.

1. Das Strassennetz.

Wie bereits erwähnt, sind bei der Aufstellung eines Bebauungsplanes und zwar gleichgiltig, ob es sich um eine Stadterweiterung oder darum handelt, im Verkehrsinteresse das Strassennetz bestehender Stadtteile durch Verbreiterung vorhandener, enger, krummer Strassen oder Durchbruch neuer Strassenzüge zu verbessern, stets folgende Punkte zu berücksichtigen:

1. Die Art, Grösse, Richtung und Uebersichtlichkeit des Verkehrs.
2. Die Beschaffenheit des Geländes.
3. Die Anlage von Versorgungsnetzen und die Lage der Endpunkte derselben.
4. Der Zweck der einzelnen Stadtteile, die Lage der öffentlichen Gebäude, Plätze, Gärten usw.

Zunächst wird man die Hauptrichtungen des Verkehrs, also den Bahnhof mit dem Stadtinnern, mit dem Fabrikviertel, mit den Umschlagplätzen am Wasser, das Innere der Stadt mit den umliegenden Ortschaften usw., sowie die wichtigsten öffentlichen Gebäude, wie Rathaus, Gerichtsgebäude, Regierungsgebäude, Kirchen, Schulen u. a. m. bezw. die Punkte, auf welchen dieselben später errichtet werden

sollen, durch möglichst gerade, bequeme Linien miteinander verbinden (Hauptstrassen) und an diese das übrige Strassennetz, die Nebenstrassen, anschliessen. Man wird aber auch bei den Hauptstrassen sich soviel als möglich dem Gelände anschliessen, um einmal möglichst wenig Erdarbeiten zu haben und weil ferner die Bebauung der vor allem an den Einschnitten belegenen Grundstücke schwierig, wenn nicht unmöglich wird. Die Festlegung der Hauptstrassen wird in der Regel keine grossen Schwierigkeiten bereiten, da es sich fast immer nur darum handeln wird, bereits vorhandene Wege zu verbessern und zweckentsprechend zu befestigen.

Noch weiterer Spielraum ist bei der Festlegung der Nebenstrassen gelassen. Von den Nebenstrassen wird man nur einige wenige als Verkehrsstrassen ausbilden, um die Hauptverkehrsstrassen zu entlasten und den Lokalverkehr aufzunehmen; die übrigen werden als reine Baustrassen behandelt, welche sich stets den Gelände- und Eigentumsverhältnissen anschliessen sollen. Hierbei ist besonders auf die Eigentumsverhältnisse der Anlieger Rücksicht zu nehmen und darauf, dass durch die Anlage der Strassen nicht Blöcke abgeschnitten werden, deren Bebauung nachher schwierig oder gar unmöglich ist, oder dass die Strassen unnützerweise gutes Baugelände durchschneiden.

Es wäre nicht richtig, sofort das ganze für die Stadterweiterung bestimmte Gebiet zur Bebauung herzurichten. Vielmehr sollen zunächst nur die Hauptstrassen nach den bisher angegebenen Gesichtspunkten festgelegt und soweit als erforderlich ausgebaut werden, die Baustrassen aber erst dann in Angriff genommen werden, wenn die Baulust sich regt. Auch hierbei muss man sehr vorsichtig sein, da es im Interesse der Gemeinde liegt, den Anbau möglichst geschlossen vorzuschieben und nicht durch Eröffnung einer weit über das augenblickliche Bedürfnis hinausgehenden Anzahl von Strassen den Anbau zu zerstreuen.

Die Baustrassen sollen die Hauptstrassen möglichst rechtwinkelig treffen, da dies die für die Bebauung geeignetsten rechtwinkeligen Bauplätze gibt. Doch ist dies nicht immer möglich.

Verkehrsstrassen und Baustrassen bilden zusammen das Strassennetz und je nach der mehr oder weniger vollständig durchgebildeten geometrischen Anordnung der ersteren unterscheidet man: das Rechtecksystem, das Dreiecksystem und das Radialsystem.

a) Das Rechtecksystem.

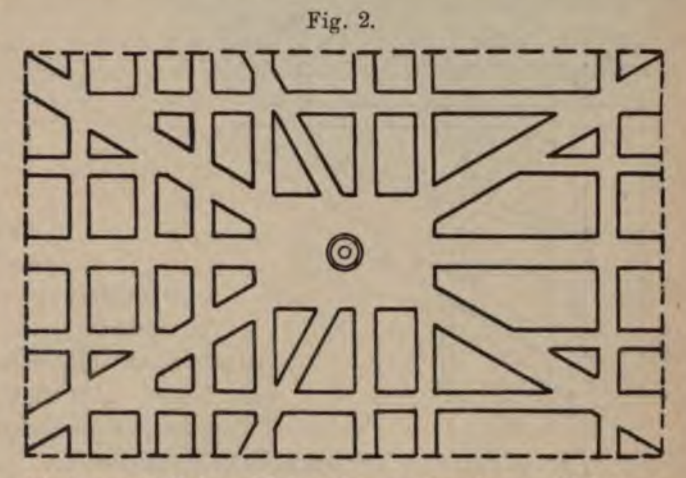
Bei diesem System schneiden sich die Strassen annähernd unter rechtem Winkel. Es ist daher für die Bebauung sehr günstig, ungünstig dagegen für den Verkehr. Da der Verkehr sich selten auf zwei Strassenrichtungen beschränken wird, so sind, um z. B. zwei diagonal gegenüberliegende Punkte zu erreichen, grosse Umwege zu machen. Der letztere Uebelstand wird oft dadurch gemildert, dass man, wie Fig. 2 zeigt, eine oder mehrere Diagonalstrassen durchlegt, welche als Verkehrsstrassen ausgebildet werden, doch ist dies immer nur als ein Notbehelf anzusehen und nicht im System selbst begründet, was eigentlich der Fall sein soll.

Das von den Strassenzügen eingeschlossene Bauland — die Baublöcke — hat entweder quadratische oder rechteckige Grundform.

Das Schönheitsgefühl beeinflusst das System ungünstig durch seine Gleichförmigkeit.

Da keine ausgeprägten Hauptverkehrsrichtungen vorhanden sind, fällt es schwer, sich in den gleich aussehenden Haupt- und Nebenstrassen zurecht zu finden, wodurch die Uebersichtlichkeit leidet und der Verkehr erschwert wird. Da beim Rechtecksystem auf bestehende Wege und auf das Gelände keine Rücksicht genommen wird, was häufig zu kostspieligen Erdarbeiten führt, so heisst es auch „künstliches System“, im Gegensatz zum Dreieck- und Radialsystem, welche „natürliches System“ genannt werden, weil sie sich in natürlicher Weise den vorhandenen Richtungs- und Geländeverhältnissen anpassen.

Fig. 2.



Das Rechtecksystem empfiehlt sich in langgestreckten, schmalen Tälern, wo an und für sich nur eine einzige Verkehrsrichtung möglich ist und sämtliche Baustrassen auf diese eine Richtung münden. Ferner kann es für nicht zu grosse, abseits vom Verkehr liegende Baublöcke Verwendung finden, wie z. B. bei der Anlage von Arbeiterwohnvierteln.

Häufig kommt auch das Rechtecksystem vor in Verbindung mit einem der beiden natürlichen Systeme.

Die Umwege, welche der Verkehr zu machen gezwungen ist, werden weniger fühlbar in solchen Städten, welche über ein ausgebreitetes Netz von Strassenbahnen verfügen, da diese durch ihre grössere Geschwindigkeit die zu machenden Umwege teilweise ausgleichen. Immerhin bleibt aber für den Fussgänger dieser Nachteil bestehen, ebenso der des schwer Zurechtfindens.

b) Das Dreiecksystem

ist das einfachste System und ergibt sich aus der Verbindung gegebener Knotenpunkte. Als solche sind zu betrachten: Bahnhöfe, öffentliche Gebäude aller Art, Tore, Brücken, Plätze und Märkte.

Die durch die geradlinige Verbindung entstehenden Strassenzüge, die Haupt-Verkehrsstrassen, bilden dann lauter Dreiecke oder Vierecke, in welche die Neben-Verkehrs- und Baustrassen nach dem Rechtecksystem eingelegt werden.

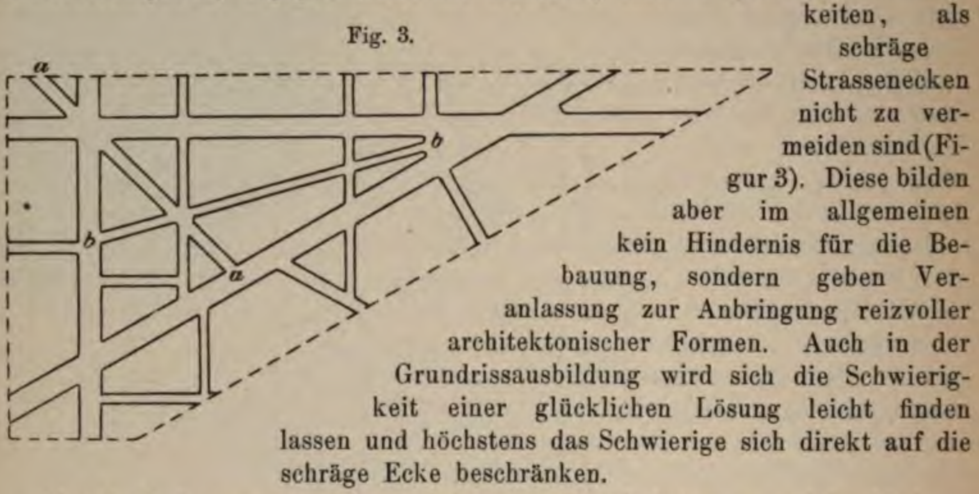
Es wird sich nicht immer ermöglichen lassen, die Nebenstrassen rechtwinkelig auf die Hauptstrassen stossen zu lassen und man muss dann die Nebenstrassen, um zu spitze Winkel zu vermeiden, an den Hauptstrassen brechen.

Ferner kann man bei Anlage der Baustrassen jedes Dreieck oder Viereck für sich behandeln, d. h. die Baustrassen an den Hauptstrassen endigen lassen, oder man kann auch mehrere Maschen zusammenfassen, d. h. die Nebenstrassen

kreuzen die Hauptstrassen und setzen sich in der gegenüber liegenden Masche fort. In Fig. 3 sind beide Anordnungen zu ersehen.

Das Dreiecksystem entspricht mehr den Anforderungen des Verkehrs als das Rechtecksystem, dagegen bietet die Bebauung insofern grössere Schwierigkeiten, als schräge Strassenecken nicht zu vermeiden sind (Figur 3). Diese bilden aber im allgemeinen kein Hindernis für die Bebauung, sondern geben Veranlassung zur Anbringung reizvoller architektonischer Formen. Auch in der Grundrissausbildung wird sich die Schwierigkeit einer glücklichen Lösung leicht finden lassen und höchstens das Schwierige sich direkt auf die schräge Ecke beschränken.

Fig. 3.

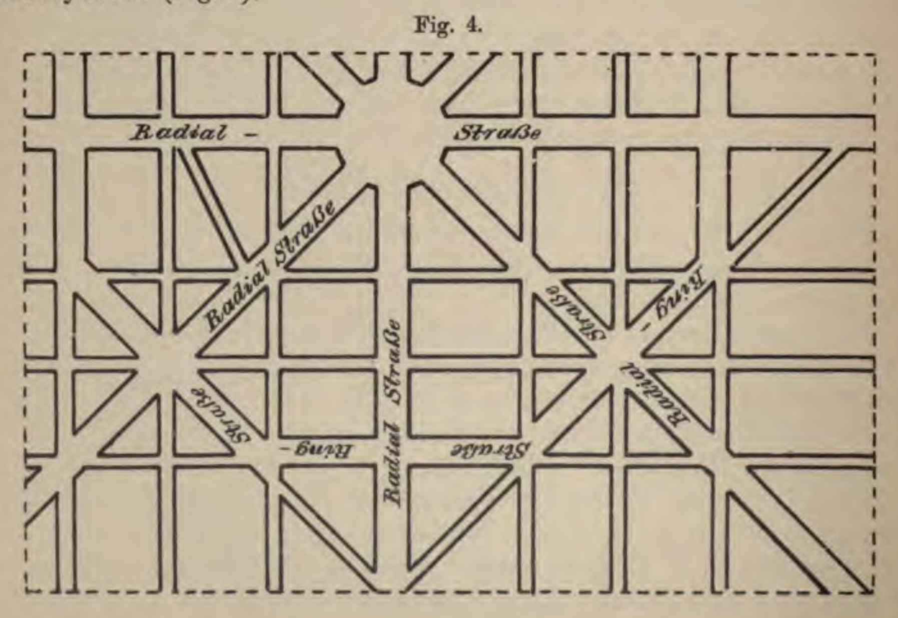


Durch Einlegung von Diagonalstrassen (Fig. 3 bei a—a und b—b) kann auch bei diesem System dem Verkehrsbedürfnis in jeder Weise Rechnung getragen, und da man sich fast immer dem Gelände anschliessen kann, die Erdarbeiten auf ein Mindestmafs beschränkt werden.

c) Das Radialsystem.

Gehen aus dem Kern der Stadt Strassenzüge (Verkehrsstrassen) in radialer Richtung nach der Umgebung derselben, so bezeichnet man dies mit Radialsystem (Fig. 4).

Fig. 4.



Häufig können bei diesem natürlichen System vorhandene, auf das Land führende Wege benutzt werden. Natürlich müssen dieselben in fast allen Fällen zweckentsprechend ausgebaut und befestigt werden.

Zur Verbindung der einzelnen Radialstrassen können Ringstrassen (Fig. 4) angelegt werden. Diese Ringstrassen werden stets als Verkehrsstrassen angelegt und bei fortschreitender Erweiterung der Stadt auch mehrere Ringe angeordnet werden. Man bezeichnet dann den zuerst angelegten Ring gewöhnlich mit Innen-

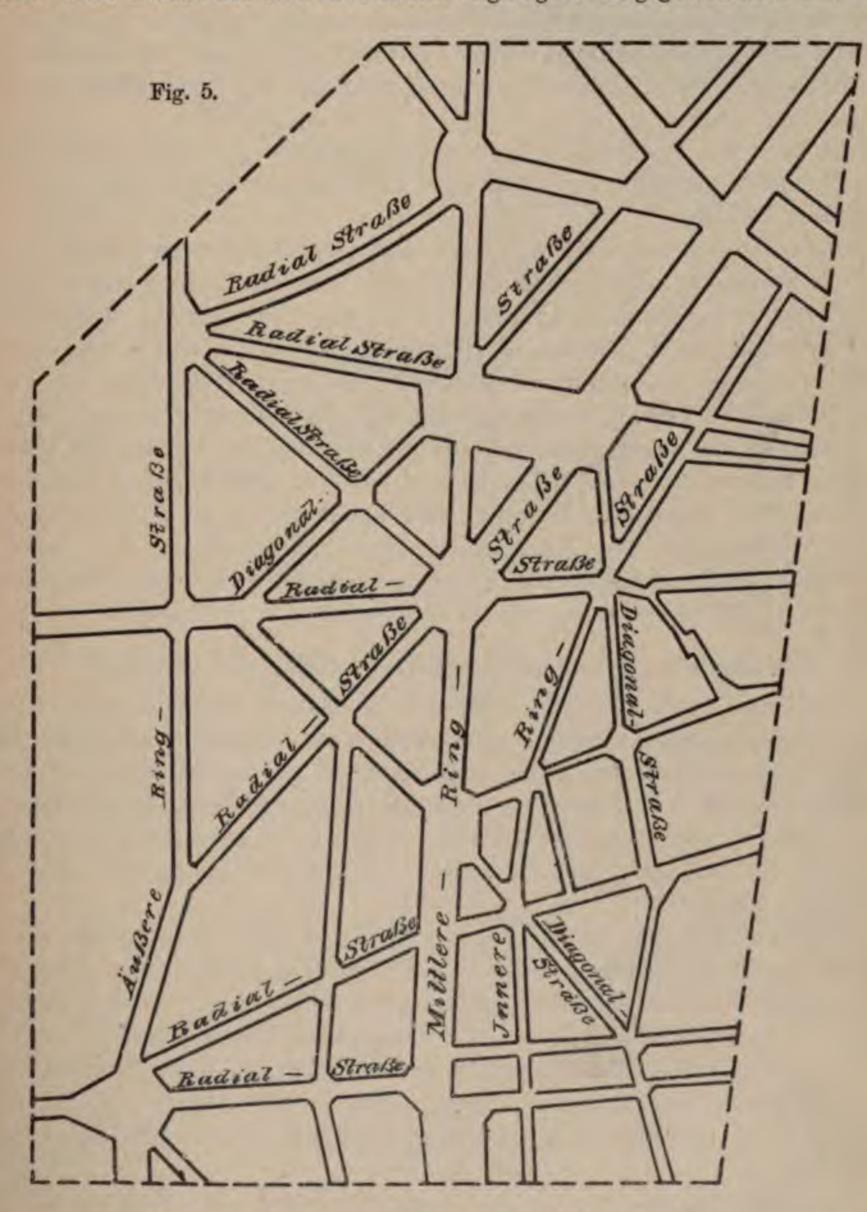


Fig. 5.

ring und die übrigen mit Aussenringe (Fig. 5). Die Nebenstrassen werden dann gewöhnlich nach dem Rechtecksystem eingelegt, welche mitunter noch von als Verkehrsstrassen dienenden Diagonalstrassen durchschnitten werden (Fig. 5).

2. Abmessungen der Baublöcke

Die Entfernung der Strassen voneinander, d. h. die Länge und Tiefe der Baublöcke, ist abhängig von den Zwecken, welchen die Baublöcke dienen sollen, d. h. ob offene Bauweise, ob Reihenhäuser, ob grosse Wohngebäude mit Hinterhäusern oder ob Fabrikgebäude darauf errichtet werden sollen. Ferner ist die Grösse der Baublöcke abhängig von den örtlichen baupolizeilichen Vorschriften.

Die Länge der Baublöcke wird entweder gleich ihrer Tiefe oder besser grösser als diese angenommen. Wählt man zu kurze Baublöcke, so erhält man unverhältnismässig viel Eckbaustellen, welche schwieriger zu bebauen sind. Andererseits soll man aber aus Verkehrsrücksichten die Länge eines Baublocks nicht zu gross machen.

Will man, was übrigens im Innern der Städte oft vorkommt, keine quadratischen Baublöcke anlegen, so wählt man die Längen nicht unter 150 und nicht über 300 m.

Die Blocktiefen bemessen sich nach den darüber zu errichtenden Bauten.

Wohnhäuser ohne Hintergebäude erfordern eine Grundstückstiefe von 20 bis 30 m, woraus sich eine Blocktiefe von 40 bis 60 m ergibt. Sollen Hintergebäude errichtet werden können, so sind Grundstückstiefen von 40 bis 60 m, also Blocktiefen von 80 bis 120 m erforderlich, und um Fabrikgebäude errichten zu können, sollen die Baublöcke 100 bis 200 und mehr Meter Tiefe erhalten.

Grössere Blocktiefen sind auch bei der sogenannten offenen Bauweise erforderlich, bei welcher sich bekanntlich vor jedem Hause ein Vorgarten und hinter demselben, ausser dem Hofraum, gewöhnlich auch noch ein Garten befindet.

Die Abmessungen der einzelnen Bauplätze innerhalb der Baublöcke sind unter Berücksichtigung der örtlichen baupolizeilichen Vorschriften über die Bebauung der Grundstücke, d. h. über Hofgrösse usw., zu bestimmen.

3. Richtungs- und Steigungsverhältnisse der Strassen.

Sehr lange gerade Strassen, wie sie in ebenem Gelände leicht angelegt werden können, sind zu vermeiden, da sie unschön wirken, die Architektur der Gebäude nicht zur Geltung kommen lassen, und, wenn sie nicht ab und zu durch platzartige Erweiterungen unterbrochen sind, den Wanderer ermüden.

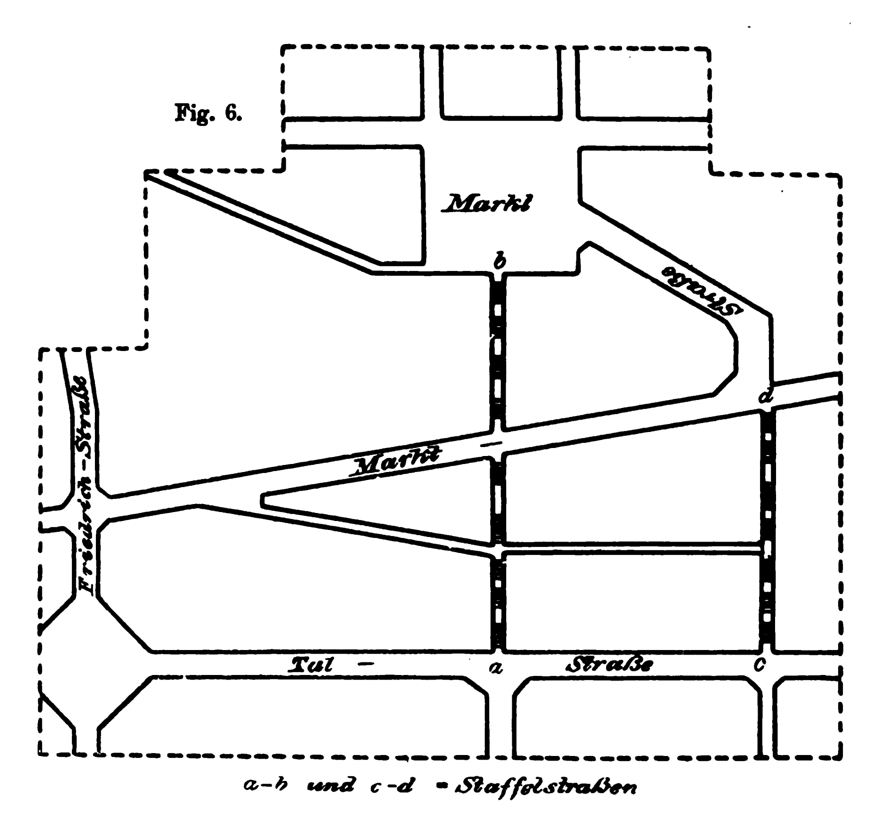
Genzmer (Der städtische Tiefbau. Genzmer, Die städtischen Strassen, 1897, Seite 45) empfiehlt den Strassen keine grössere Länge als das 25fache ihrer Breite zu geben.

Bei Strassen in hügeligem Gelände verbieten sich lange gerade Strassen, schon der damit verbundenen grösseren Erdarbeiten wegen, von selbst. Man soll in diesem Fall die Strassen in hübschen Krümmungen oder gebrochenen Linien (Fig. 6) nach und nach an den anliegenden Höhen hinaufziehen, wobei es sich manchmal empfiehlt, für Fussgänger auf direktem Wege Strassen auf die Höhe zu führen. Diese Strassen (Fussgängerwege) werden meist durch Treppen gebildet (Fig. 7) und führen in Süddeutschland den Namen Staffelstrassen oder Staffel.

Im allgemeinen gilt für die Richtungsbestimmung aller Strassen sowohl in der Ebene als auch im hügeligen Gelände, um die Kosten für die Erdarbeiten auf das Mindeste zu beschränken und um den Anbau, wie bereits ausgeführt, nicht zu erschweren, sich tunlichst der Geländegestaltung anzuschmiegen.

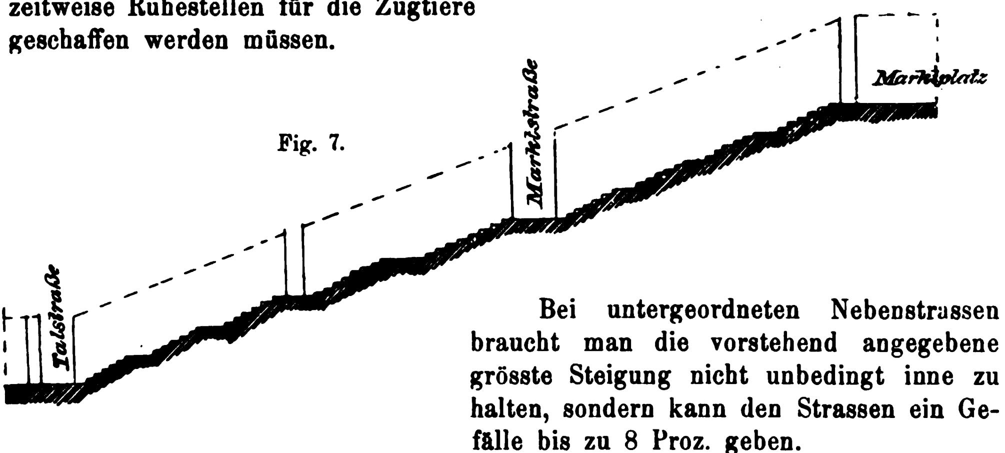
Die bei den Landstrassen (siehe **Reich**, Der Erd- und Strassenbau, Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig) angegebenen **Steigungsverhältnisse** können für städtische Strasssen nicht benutzt werden, wegen des stärkeren und anders gearteten Verkehrs auf ihnen. Am besten ist es, die Verkehrsstrassen

Fig. 6.



möglichst horizontal anzulegen und ihnen im hügeligen Gelände keine grössere Steigung als 4 Proz. zu geben, wobei noch durch eingelegte horizontale Strecken zeitweise Ruhestellen für die Zugtiere geschaffen werden müssen.

Fig. 7.



Bei untergeordneten Nebenstrassen braucht man die vorstehend angegebene grösste Steigung nicht unbedingt inne zu halten, sondern kann den Strassen ein Gefälle bis zu 8 Proz. geben.

Hat die Strasse eine grössere Höhe zu erklimmen, so wird man sie, ähnlich wie in Fig. 6, serpentinenartig den Bergabhang hinaufziehen, wobei zweckmässig

die Wendestellen als Ruhepunkte ausgebildet werden. Bei längeren ansteigenden Strecken legt man oft auch in der Mitte noch einen Ruheplatz an. Die Bebauung an solchen Strassen geschieht gewöhnlich staffelförmig. Die grössten zulässigen Steigungen städtischer Strassen sind meist durch Landesgesetz festgelegt, wobei dann noch in einzelnen Städten durch besondere Ortsstatute unter der zulässigen Höchststeigung geblieben wird. Manche Städte schreiben auch, der besseren Entwässerung wegen, Mindestgefälle vor.

Einschnitte sind zu vermeiden, während Anschüttungen bis zu 3,0 m Höhe oft, wegen der billigen Anlage der Keller, vorteilhafter sind als ein direktes Anschmiegen an das Gelände. Die Einmündung von Querstrassen soll stets wagerecht liegen, ebenso soll vor der Gabelung einer Strasse stets eine horizontale Strecke angeordnet werden (Fig. 8). Dies wird nicht immer möglich sein, bei starken Steigungen auch schlecht aussehen, weshalb man sich manchmal damit begnügt, das Gefälle zu ermässigen. Doch geht man für gewöhnlich damit nicht unter 2 Proz. herab (Fig. 9).

Aber nicht allein vom Verkehr und von der Rücksicht auf bequeme Bebauung der anliegenden Grundstücke ist die zulässige Steigung einer Strasse abhängig, sondern auch von dem Pflastermaterial, mit welchem die Fahrbahn befestigt werden soll.

Fig. 8.

Fig. 9.

Prof. von Willmann gibt in „Esselborn, Lehrbuch des Tiefbaues", Verlag von W. Engelmann in Leipzig, folgende Steigungen an:

bei Steinschlagbahnen,	nicht über	4,0	Proz.
„ Steinpflaster,	„ „	3,0	„
„ Klinkerpflaster,	„ „	2,0	„
„ Holzpflaster,	„ „	2,0	„
„ Asphaltpflaster,	„ „	1,5	„

Das Rinnsteingefälle ist einmal abhängig von dem Längsgefälle des Fahrdammes und ferner von der mehr oder weniger rauhen Befestigung desselben. Bei wagerechten Strassen soll das Gefälle wenigstens 0,005 betragen und bei Asphaltstrassen nicht geringer als 0,0015 sein. Ausserdem ist das Gefälle abhängig von der Art der Entwässerung. Ist eine öffentliche Kanalisation vorhanden, so ordnet man alle 40 bis 60 m sogenannte Einlaufschächte (siehe Abschnitt 5) an, durch welche das Strassenwasser der unterirdischen Kanalisation zugeführt

wird. Um den Fussgängern eine möglichst trockene Ueberschreitung des Fahrdammes bei nasser Witterung zu ermöglichen, darf das Wasser nicht um die Strassenecken fliessen, sondern es sind hier die Sattelpunkte anzulegen, von welchen das Wasser nach beiden Seiten abfliesst.

Kanäle, Gräben, Bäche, welche durch die Stadt fliessen, werden tunlichst überwölbt. Ist dies nicht möglich, dann bringt man sie zweckmässig in der Strassenfläche unter, um die Reinhaltung ständig überwachen zu können und nur wenn besondere Gründe dafür sprachen, verlegt man sie in die Mitte der Blocktiefen.

4. Gebäudehöhen und Strassenbreiten.

Die baupolizeilichen Vorschriften der grösseren Städte setzen gewöhnlich eine Höchsthöhe für die Strassenfront und jetzt meist auch für die Seitenflügel und Hintergebäude fest. So schreibt die Baupolizei-Ordnung für den Stadtkreis Berlin vom 15. August 1897 in § 3 „Höhe“ folgendes vor:

„Unter Höhe der Gebäude (Fronthöhe) wird an Strassen das Mafs von der Oberfläche des Bürgersteiges, für hintere Gebäude das Mafs von der Oberfläche des Hofes bis zur Oberkante des Hauptgesimses, und wo die Anlage einer Attika beabsichtigt wird, bis zu ihrer Oberkante verstanden. Bei geneigter Oberfläche des Bürgersteiges oder des Hofes in der Längsrichtung der Frontwand ist das mittlere Höhenmafs zu rechnen.

1. Gebäude dürfen in den Frontwänden stets 12 m hoch, aber nicht höher als 22 m errichtet werden. Innerhalb dieser Grenzen gelten folgende Bestimmungen:

a) Alle Baulichkeiten an Strassen dürfen nicht so hoch sein, wie die Strasse oder der Strassenteil vor ihnen zwischen den Strassenfluchtlinien breit ist. Seitenflügel dürfen in einer Länge von höchstens 5,50 m — von der Hinterfront des Vordergebäudes ab gemessen — die Höhe des letzteren erhalten unter der Bedingung, dass in diesem Teile des Seitenflügels eine bis in das oberste Geschoss führende Treppe angelegt wird. Die Höhe der Hinterfront des Vordergebäudes darf die Höhe der Strassenfront übersteigen, muss aber hinter der nach den Abmessungen des Hofes für die hinteren Gebäude zulässigen Durchschnittshöhe (1b) mindestens um 3 m zurückbleiben und darf im übrigen in keinem Falle die senkrecht zur Hinterfront gemessene Ausdehnung des Hofes um mehr als 3 m übersteigen. Ueberschreitet die Ausladung des Dach- oder Hauptgesimses das Mafs von 0,90 m, so wird das Uebermafs von der zulässigen Höhe abgezogen. In Strassen, welche nur an einer Seite zum Anbau bestimmt sind, sowie an Plätzen, welche mindestens 22 m breit sind, darf die Höhe bis 22 m betragen. Bei ungleicher Strassenbreite ist ein einheitliches mittleres Höhenmafs für das ganze Gebäude festzustellen. Liegt ein Grundstück an verschiedenen Strassen, ohne Eckgrundstück zu sein, so ist die Fronthöhe nach jeder einzelnen Strasse zu bemessen. Bei Eckgebäuden darf entweder ein einheitliches mittleres Höhenmafs für das ganze Gebäude gewählt oder es dürfen die einzelnen Gebäudeteile in einer Höhe aufgeführt werden, welche der Breite der vor ihnen liegenden Strasse entspricht. Die hiernach für die breitere Strasse zulässige Höhe darf an der schmaleren Strasse, von der Ecke an gerechnet, so weit fortgeführt werden, wie die schmalere Strasse breit ist, jedoch stets 12 m weit. Für Vordergebäude, welche ganz oder teilweise hinter die Baufluchtlinie zurücktreten, kann ein entsprechend gesteigertes Höhenmafs zugelassen werden.

b) Hintere Gebäude (Seitenflügel, Mittelflügel, Quer-, Seiten- und Mittelgebäude) dürfen in der Höhe die Ausdehnung des Hofraumes vor ihnen, senkrecht zu der Umfassungswand gemessen, um nicht mehr als 6 m überschreiten.

Ist der Hofraum vor einem hinteren Gebäude ungleich gestaltet, so tritt für dieses Gebäude folgende Durchschnittsberechnung ein:

Das Längenmafs jedes Frontteiles — an der Oberfläche des Hofes gemessen — wird mit dem für ihn nach dem vorstehenden zulässigen Höhenmafs, welches aber 22 m nicht überschreiten darf, multipliziert, die Summe der dadurch gewonnenen Produkte wird durch die Summe der Längenmafse geteilt; der Quotient ergibt die zulässige Höhe. Die Fronten der Hintergebäude ein und desselben Hofes dürfen eine gemeinsame Durchschnittshöhe erhalten, deren Ermittelung sinngemäfs in der vorstehend angegebenen Weise erfolgt.

Für ein Gebäude, welches zwischen zwei oder mehreren Höfen oder Hofteilen liegt, darf, falls die Fronten nicht in entsprechend verschiedener Höhe aufgeführt werden, ein mittleres Höhenmafs nach Mafsgabe der an der Oberfläche der Höfe gemessenen Frontlängen für das ganze Gebäude festgestellt werden.

Wenn sich nach den vorstehenden Berechnungen der Mittelmafse für einzelne Gebäude eine Fronthöhe ergibt, welche mehr als das Doppelte der senkrecht zu dieser Front gemessenen Ausdehnung des Hofes beträgt, so ist die Fronthöhe des Gebäudes oder Gebäudeteiles an diesem Hofe bis auf dieses Mafs einzuschränken.

Die Seiten rechtwinkeliger Mauervorsprünge bis zu 0,60 m Tiefe werden als Frontlängen nicht gerechnet.

Die vorstehenden Beschränkungen der Gebäudetiefe finden auf die Umfassungswände der Nebenhöfe keine Anwendung.

Ueberschreiten bestehende hintere Gebäude in der Höhe die Ausdehnung des Hofraumes vor ihnen — senkrecht zu der Umfassungswand oder den Wänden gemessen — um mehr als 6 m, so ist, wenn das Uebermafs nicht durch das Mindermafs der anderen Gebäude an dem Hofe ausgeglichen wird, bei der Errichtung weiterer Gebäude an demselben Hofe ihre zulässige Höhe durch eine Durchschnittsberechnung (Absatz 3 dieses Buchstabens) zu ermitteln, bei welcher die Fronthöhen der bestehenden Gebäude mit in Anrechnung zu bringen sind.

c) Ausser den im § 2 Ziffer 4 genannten Hofüberdachungen bleiben solche Anbauten und selbständig für sich bestehende Baulichkeiten, welche bis zur obersten Dachkante die Höhe von 6 m nicht überschreiten und eine Grundfläche von nicht mehr als 40 qm haben, bei der Berechnung der zulässigen Höhe der Frontwände der hinteren Gebäude ausser Betracht.

2. Oberhalb der zulässigen Fronthöhe dürfen die Dächer über eine im Winkel von 45° zu der Front gedachte Luftlinie nicht hinausgehen. Von dieser Bestimmung werden nicht betroffen: Dachrinnen, Brandmauern, Schornsteine, Blitzableiter, Fahnenstangen und Dachfenster, letztere sofern sie hinter der Front liegen, nicht mehr als 1 qm Ansichtsfläche, sowie einen Zwischenraum von wenigstens 2,50 m gegeneinander und von mindestens 3 m gegen die Nachbargrenzen haben.

3. Der Dachneigungswinkel zur Strassenfront darf bis auf 60° vergrössert werden, wenn die Fronthöhe um die Hälfte des in der Firstlinie gemessenen Höhen-

unterschiedes zwischen den beiden Luftlinien im Winkel von 45° und 60° vermindert und der First um dasselbe Mafs niedriger gelegt wird.

4. Wird der Aufbau von Türmen, Giebeln, Dachluken usw. auf den an der Strasse liegenden Frontwänden über die zulässige Höhe (Ziffer 1a) hinaus beabsichtigt, so findet für die Fronthöhe eine Durchschnittsberechnung statt, bei welcher die senkrechten Frontflächen der Aufbauten voll und deren Dächer, soweit sie die vorschriftsmäfsige Dachfläche des Hauses (Ziffer 2) überragen, zur Hälfte ihrer parallel zur Front gedachten grössten Durchschnittsflächen verrechnet werden. Aufbauten dürfen jedoch in ihrer Höhe $^1/_3$ der zulässigen Fronthöhe, bei Strassen unter 12 m Breite $^1/_3$ der Strassenbreite nicht überschreiten."

Diese Vorschriften werden in einem besonderen Nachtrag noch näher erläutert.

Wie aus den vorstehend abgedruckten Bestimmungen der Berliner Baupolizei-Ordnung über die zulässige Höhe der Gebäude hervorgeht, ist dieselbe im wesentlichen abhängig von der Strassenbreite und die letztere wird wieder bemessen nach der Grösse des Verkehrs, sowie nach der in Aussicht genommenen Art der Bebauung der an der betreffenden Strasse liegenden Grundstücke.

Bei den Baustrassen wird allerdings auf die Grösse des Verkehrs weniger Rücksicht zu nehmen sein bei der Festsetzung ihrer Breite als lediglich darauf, dass die Bewohner genügend Luft und Licht in ihren Wohnungen erhalten und dass die Grundstücke in bezug auf zweckmäfsige Bebauung ihrer Lage entsprechend ausgenutzt werden können.

Bezeichnet h die Haushöhe im Sinne der vorstehend angegebenen baupolizeilichen Vorschriften, b die Strassenbreite und x eine Erfahrungszahl, welche jedoch nie grösser als 1,25 m sein darf, so ergibt sich die Gebäudehöhe für eine Strasse nach der Formel:

2) $h = b \cdot x.$

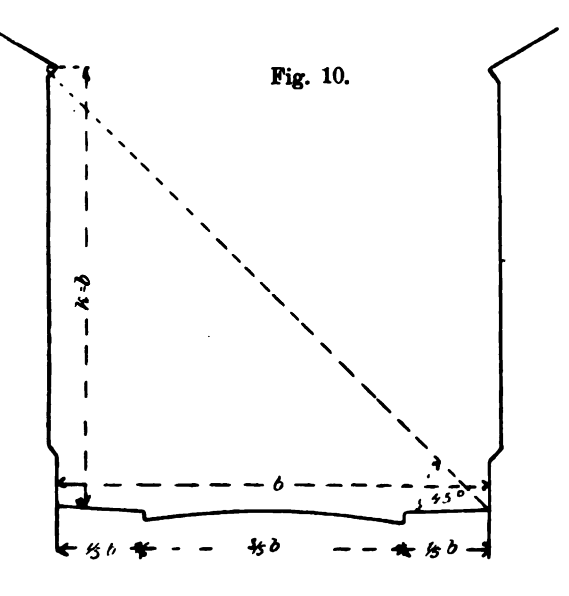


Fig. 10.

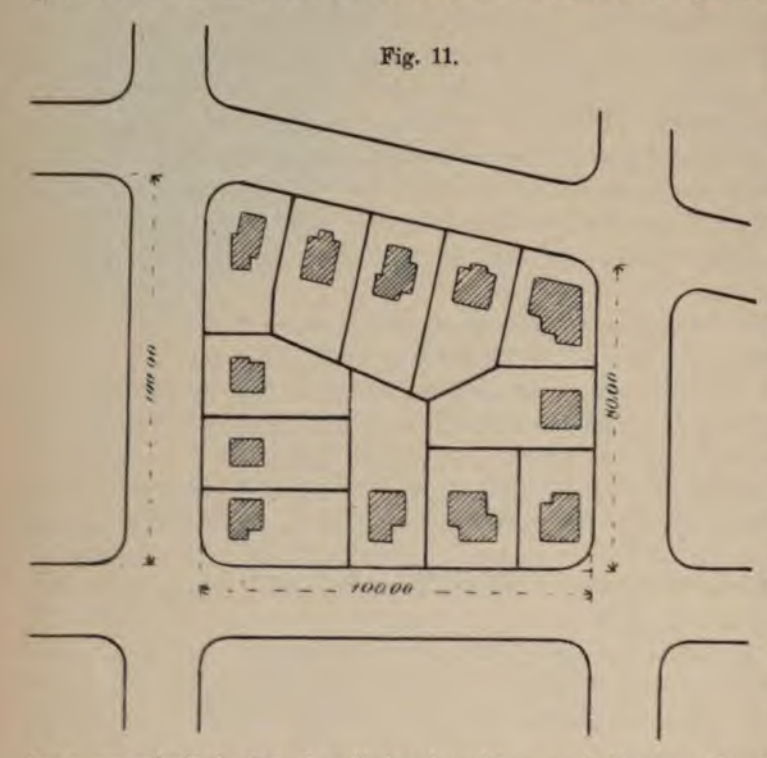
Beispiel: An einer Strasse, deren Gesamtbreite 12,00 m beträgt, dürfen Häuser erbaut werden, welche höchstens das $^5/_4$ fache der Strassenbreite zur Höhe haben können. Es ergibt sich dann:

$$h = b \cdot x = 12 \cdot 1{,}25 = 15{,}00 \text{ m}.$$

Die Zahl 1,25 für x kommt nur in grossen Städten mit vier- und fünfstöckigen Häusern vor, während sie sonst im allgemeinen den Wert 1 nicht überschreitet, oft aber darunter bleibt (Fig. 10).

Manche Städte, wie z. B. Hamburg, halten auch an der Zahl 1 für x fest, gestatten aber eine Ueberschreitung um ein gewisses, nach Metern festgesetztes Mafs. So darf z. B. in Hamburg die Gebäudehöhe die Strassenbreite um 8 m überschreiten.

In neuerer Zeit ist in einigen grösseren Städten sowohl das der Bebauung erschlossene neue Gelände, als auch der Stadtkern in sogenannte Bauzonen eingeteilt, d. h. es wird für den Anbau die höchste zulässige Gebäudehöhe, sowie die Stockwerkszahl vorgeschrieben, ohne Rücksicht darauf, dass die Breite der Strasse höhere Gebäude zulässt. Während man im Innern der Stadt und für sogenannte Mietskasernen vier und fünf Stock hoch bauen lässt, bei einer Gesamthöhe von 20 bis 22 m, werden in den äusseren, besseren Stadtbezirken vielleicht nur dreistöckige und in den allervornehmsten zweistöckige Wohnhäuser gestattet. Letztere zeigen dann gewöhnlich den Landhauscharakter und liegen oft getrennt voneinander, was man mit offener Bauweise bezeichnet (Fig. 11).


Fig. 11.

Die Breite der Fusswege ist abhängig von der Grösse des Fussgängerverkehrs und soll auf jeder Seite des Fahrdammes wenigstens 1,40 m betragen, damit zwei Menschen bequem aneinander vorübergehen können. Als Regel gilt, dass, wenn die gesamte Strassenbreite (Fig. 10) b Meter beträgt, hiervon $^3/_5$ auf den Fahrweg und $^2/_5$, d. h. auf jeder Seite des Fahrdammes $^1/_5$, auf die Bürgersteige entfällt.

In dem vorstehend angegebenen Beispiel beträgt die Gesamtbreite b = 12,0 m; es würde demnach auf jeden Fussweg eine Breite von $^{12}/_5 = 2{,}40$ m und auf den Fuhrweg $\frac{3 \cdot 12}{5} = 7{,}20$ m entfallen. Doch führt die Art und Grösse des Verkehrs auf der betreffenden Strasse häufig zu Abweichungen von obiger Regel. Man sollte jedoch nie unter die vorstehend angegebene Mindestbreite von 1,40 m für jeden Fussweg bei Neuanlagen herabgehen. Bei der Neubefestigung schmaler Strassen in den alten Stadtteilen der Städte muss man freilich oft genug unter diesem Mindestmafs für die Bürgersteige bleiben (Fig. 12 bis 14), aber es ist auch in diesem Fall gut, den Fussgängerverkehr durch Höherlegen der Fusswege, wie es in Fig. 13 und 14 dargestellt ist, zu sichern. Die Anordnung nach Fig. 12 -weckmäfsig in Speicher- und Fabrikstrassen, weil dann die Lastwagen -nde heranfahren können. Ausserdem ist in solchen Strassen der

Fussgängerverkehr nicht derartig, dass er besonders vor dem Wagenverkehr geschützt werden müsste; denn wenn der Betrieb auf den Speichern und in den Fabriken beginnt und aufhört, ist die Strasse meist noch oder schon frei vom

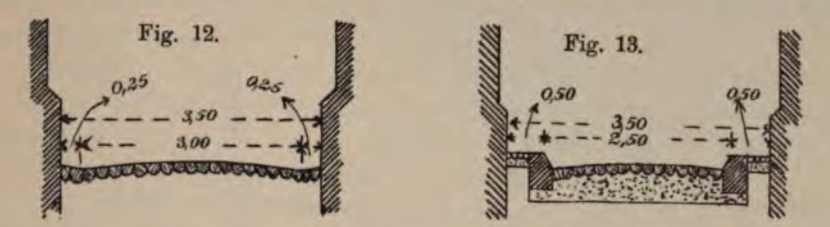


Fig. 12. Fig. 13.

Wagenverkehr, so dass der Fahrdamm ruhig von den Arbeitern als Fussweg benutzt werden kann.

Die geringste Fahrdammbreite einer Strasse ist so zu bemessen, dass bequem zwei Wagen aneinander vorbeifahren können und sowohl zwischen ihnen als mit dem Fusswege noch ein Schutzstreifen verbleibt. Nimmt man die Breite eines Fuhrwerks, einschl. Schutzstreifen zu 2,50 m an, so ergibt sich eine Mindestbreite

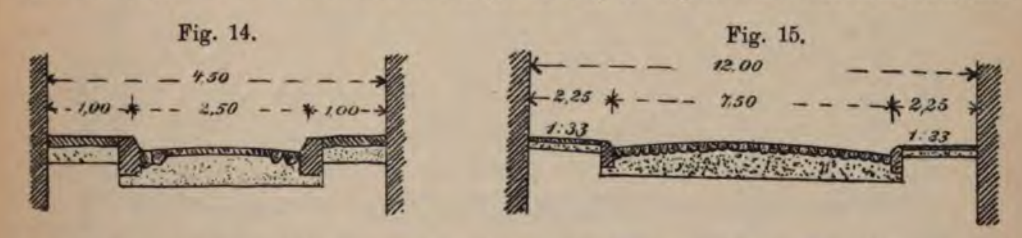


Fig. 14. Fig. 15.

des Fahrweges zu 5,00 m und eine Gesamtbreite der Strasse von $5{,}00 + 2 \cdot 1{,}40 = 7{,}80$ oder rund 8,00 m. Diese Breite genügt auch schon für Baustrassen; obgleich in grösseren Städten, wo des teuren Baugrundes wegen höher gebaut werden muss, grössere Strassenbreiten gewählt werden und hier 12,00 m als Mindestmafs anzunehmen sind. Hiervon würden dann auf den Fahrdamm 7,20 m oder da wir die Wagenbreite, einschl. Schutzstreifen zu 2,50 m angenommen haben, 7,50 m und auf jeden Fussweg 2,25 m entfallen (Fig. 15).

Im allgemeinen empfiehlt es sich, den Baustrassen eine Breite von 10 bis 15 m und den Verkehrsstrassen je nach der Grösse des Verkehrs eine solche von 15 bis 25 m zu geben.

Will man die Breite der Strasse nach der Grösse des Wagenverkehrs bestimmen, so erhält man als Mindest-Abmessungen, wenn sich sollen kreuzen können:

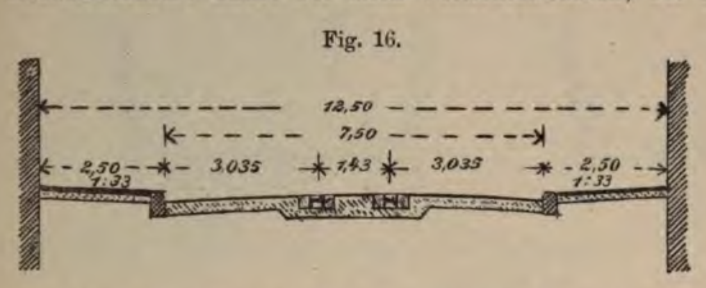
	Fahrbahnbreite	Beiderseitige Fusswege	Gesamtbreite
2 Fuhrwerke	5,00 m	3,40 m	8,40 m
3 „	7,50 „	5,00 „	12,50 „
4 „	10,00 „	6,70 „	16,70 „
5 „	12,50 „	8,40 „	20,90 „
6 „	15,00 „	10,00 „	25,00 „

Manche Städte haben auch die Gesamt-Strassenbreite in bestimmter Weise nach vollen Metern abgestuft; z. B.:

Bremen: 9, 10, 14 und 18 m.
Mannheim: 10, 15 „ 25 „

Da in neuerer Zeit selbst mittelgrosse Städte dazu übergehen, elektrische Strassenbahnen anzulegen, so ist sowohl beim Durchbruch neuer Strassenzüge im Innern der Stadt, als auch bei der Stadterweiterung hierauf Rücksicht zu nehmen. Diese Rücksichtnahme findet bei allen Verkehrsstrassen, bei Baustrassen jedoch nur dann statt, wenn dies die Umstände erheischen

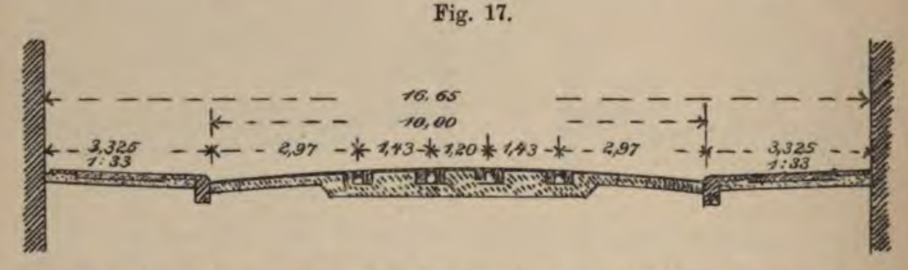
Fig. 16.



Die geringste Fahrdammbreite einer Strasse, welche von einer eingleisigen Strassenbahn durchzogen werden soll, ist zu 7,50 m anzunehmen, was eine gesamte Normalbreite der Strasse von 12,50 m ergibt (Fig. 16).

Für eine zweigleisige Strassenbahn rechnet man wenigstens 10,00 m Fahrwegbreite, was einer normalen Gesamtbreite von rund 16,65 m entspricht (Fig. 17).

Fig. 17.



Sollen schmalere Strassen von Strassenbahnen befahren werden, so ist an der Fahrwegbreite festzuhalten und die Fusswege sind schmäler zu machen. Doch hat dies immer gewisse Uebelstände, besonders bei starkem Fussgängerverkehr, im Gefolge, so dass es sorgfältiger Erwägung bedarf, in welchen Fällen man Strassenbahnen durch schmale Strassen laufen lässt und in welchen man dies im Interesse der Verkehrssicherheit besser unterlässt.

Steht für die Strassenbreite mehr Grund und Boden zur Verfügung, als es die Rücksichten auf den Verkehr und auf Licht und Luft erforderlich machen, so wird man die Mehrbreite nicht dem Fahrwege, wegen der hohen Befestigungskosten desselben, sondern den Fusswegen zugute kommen lassen. Aber auch hierbei empfiehlt es sich nicht, sofort die ganze Breite für den Fussgängerverkehr herzurichten, vielmehr wird man zweckmäfsig das zunächst nicht gebrauchte Gelände zu Vorgärten hergeben, wodurch einmal an Strassenbaukosten gespart wird, die Vorgärten der Strasse ein freundliches Ansehen geben, für die Anwohner angenehm und gesundheitfördernd sind und andererseits bei steigendem Verkehr leicht eingezogen und zur Strasse hinzugenommen werken können.

Wie bereits erwähnt, muss man bei Bestimmung der Breite des Fussweges über das Normalmafs $\left(\frac{b}{5}\right)$ hinausgehen, wenn die Grösse des Fussgängerverkehrs dies erfordert; aber auch wenn dies nicht der Fall ist, muss man die Fusswege dennoch dann breiter anlegen, wenn die Versorgungsleitungen, d. h. die

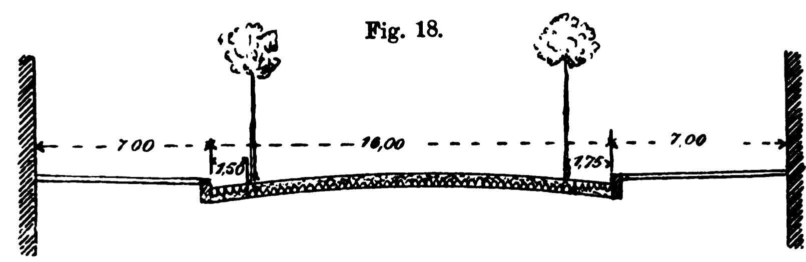
Kanalisations-, Wasser-, Gas-, Kabel- usw. Leitungen unter die Fusswege gelegt werden sollen.

Manchmal erfordert auch die Rücksicht auf den Verkehr oder auf die Unterbringung der Versorgungsleitungen oder auf andere örtliche Verhältnisse die Anlage verschieden breiter Bürgersteige.

Verkehrsstrassen und Baustrassen breiter zu machen, als es nach den vorstehend angegebenen Regeln notwendig ist, empfiehlt sich im allgemeinen, wegen der unnützen Mehrausgaben für die Strassenbefestigung und des grösseren Verlustes an Bauland, nicht, es sei denn, dass man beabsichtigt, Bäume auf den Strassen zu pflanzen, was selbst bei den breiten Verkehrsstrassen von 25,0 m meistens noch unmöglich oder doch mit grossen Schwierigkeiten verknüpft sein wird. Doch kann man, wie Fig. 18 bis 20 zeigen, bei Strassen von etwa 30 m Breite schon zwei Baumreihen anordnen.

Will man in schmaleren Strassen von etwa 18 bis 20 m Breite auf jeder Seite eine Baumreihe anordnen, so geschieht das zweckmässig nach Fig. 18, weil

Fig. 18.



sonst die Entfernung zwischen Baum und Haus nur 3 bis 4 m beträgt, was zu wenig ist, da hierdurch den Häusern Luft und Licht genommen wird, und die Architektur der Gebäude-Fronten wenig zur Geltung kommt. Die Anordnung der Bäume auf dem Fahrdamm ist unbequem für den Wagenverkehr und gefährlich für diesen und den Fussgänger.

Fig. 19.

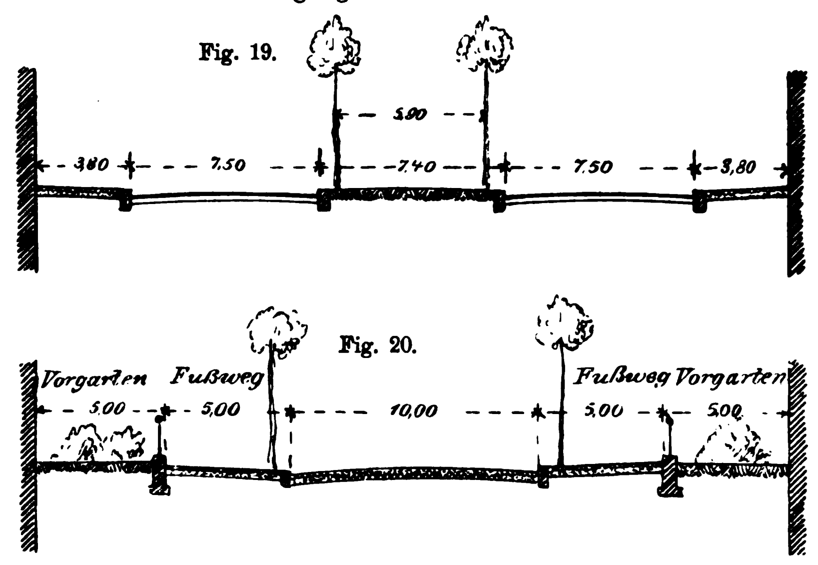
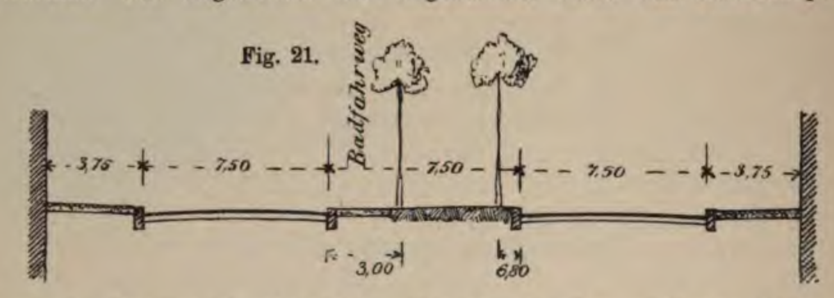


Fig. 20.

Daher ist eine Mindestbreite von 30 m für solche Strassen festzusetzen, welche mit zwei Reihen Bäume bepflanzt werden sollen. Hierbei erhält man

einen Abstand zwischen Häuserfront und Baum von 8 bis 10 m, hindert also nicht den Luft- und Lichtzutritt zu den Gebäuden und verdeckt nicht die Fassaden. Bei dieser Strassenbreite kann man auch schon eine Mittelpromenade (Fig. 19) oder, was empfehlenswerter ist, Vorgärten (Fig. 20) anlegen. Der Vorteil der Mittelpromenade (Fig. 19 und 21) liegt hauptsächlich darin, dass der Durchgangsverkehr sich ungestörter und angenehmer unter den schattenspendenden

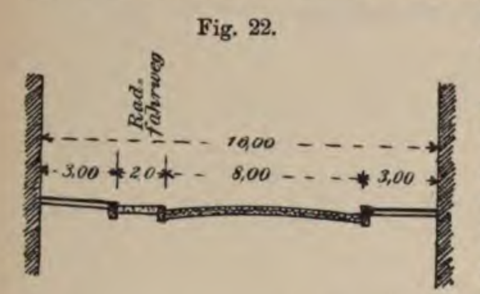
Fig. 21.



Bäumen der Promenade vollzieht, während auf den seitlichen Bürgersteigen, welche natürlich in diesem Fall schmäler sein können, nur der Verkehr zwischen Haus und Strasse und von Haus zu Haus stattfindet.

Uebermässiges Beschneiden der Bäume sieht hässlich aus und hebt einen Vorzug derselben, in heissen Sommermonaten dem Fussgänger ein Schattenspender zu sein, auf und es bleiben dieselben dann besser fort (Fig. 22).

Fig. 22.



Da die Bäume auf den Strassen unter wesentlich ungünstigeren Verhältnissen als im Wald oder Garten stehen, so bedürfen sie zu ihrem Gedeihen natürlich auch ganz besonderer Sorgfalt beim Pflanzen und bei der Unterhaltung. Auch eignen sich nicht alle Baumarten hierzu. Am besten geeignet sind nach „Baumeister, Städtisches Strassenwesen“: Ahorn, Platane, Rosskastanie, Silberlinde und in zweiter Linie Ulme oder Rüster und gemeine Linde.

Die Bäume sollen erst dann angepflanzt werden, wenn sie widerstandsfähig sind, d. h. ein Alter von 10 bis 15 Jahren erreicht haben.

Die Entfernung der Bäume untereinander soll je nach dem zu erwartenden Umfange ihrer Kronen 5 bis 10 m betragen und ihr Abstand von der Bordkante 1,0 m. Doch sind von letzterem Mafs bei Promenaden ohne Bordsteinbegrenzung Ausnahmen zulässig.

Werden zwei oder mehr Reihen Bäume hintereinander gepflanzt, so soll die Entfernung der einzelnen Baumreihen voneinander wenigstens 4,0 m betragen.

Die Bäume müssen in humushaltigen Boden gesetzt werden. Ist dieser nicht vorhanden, so wird entweder ein durchgehender Graben von 1 bis 1,5 m Tiefe und 2,5 bis 3 m Breite damit ausgefüllt oder es werden einzelne Gruben von gleichen Abmessungen hergestellt und mit tragendem Boden wieder verfüllt. Unter günstigen Verhältnissen genügen auch Gräben bezw. Gruben von geringeren Abmessungen. Damit Wasser und Luft leicht an die Baumwurzeln gelangen können, bleibt eine Fläche von 1 bis 2 m um den Baum unbefestigt,

und wird gegen den befestigten Bürgersteig, bezw. Bordschwelle, durch Baumscheiben abgegrenzt, oder mit solchen überdeckt (Figur 23 und 24). Der Stamm wird zweckmässig durch Baumpfähle, wie nach Fig. 25, oder in ähnlicher Weise, geschützt.

Um die Baumwurzeln vor dem sie tötenden aus den Gasleitungen entweichenden Gas zu schützen, werden die bei dem Verlegen der Leitungen noch zu besprechenden Schutzmafsregeln ergriffen.

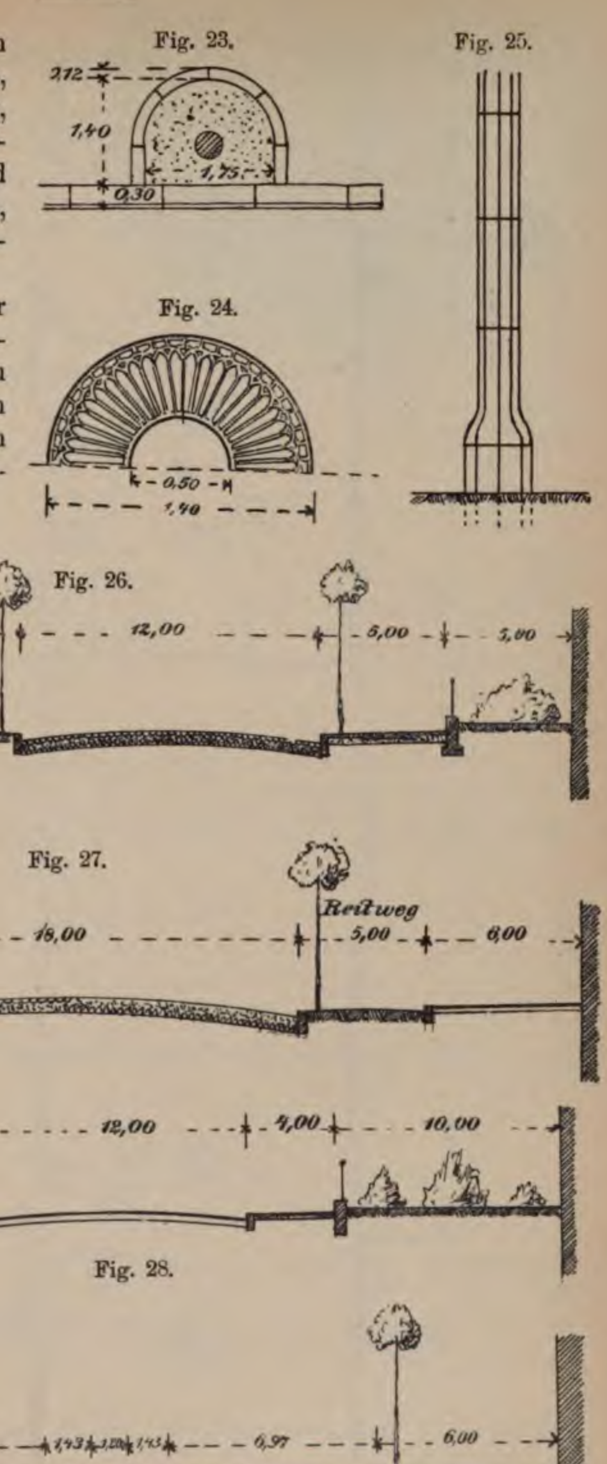


Fig. 23.

Fig. 24.

Fig. 25.

Fig. 26.

Fig. 27.

Fig. 28.

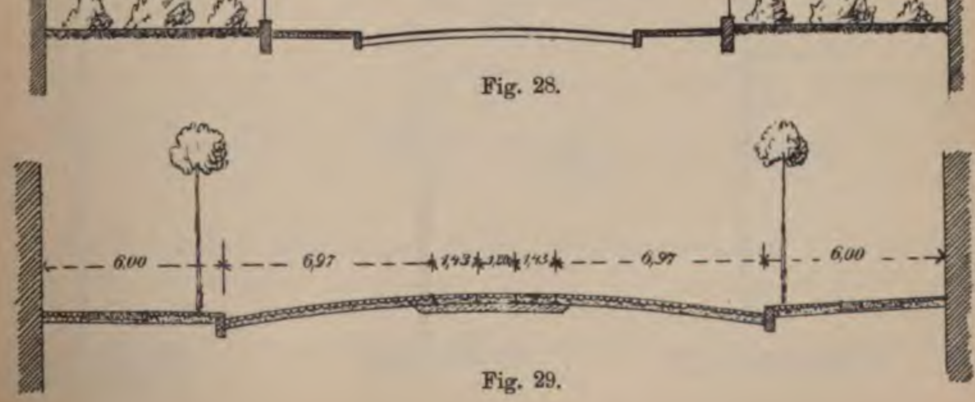


Fig. 29.

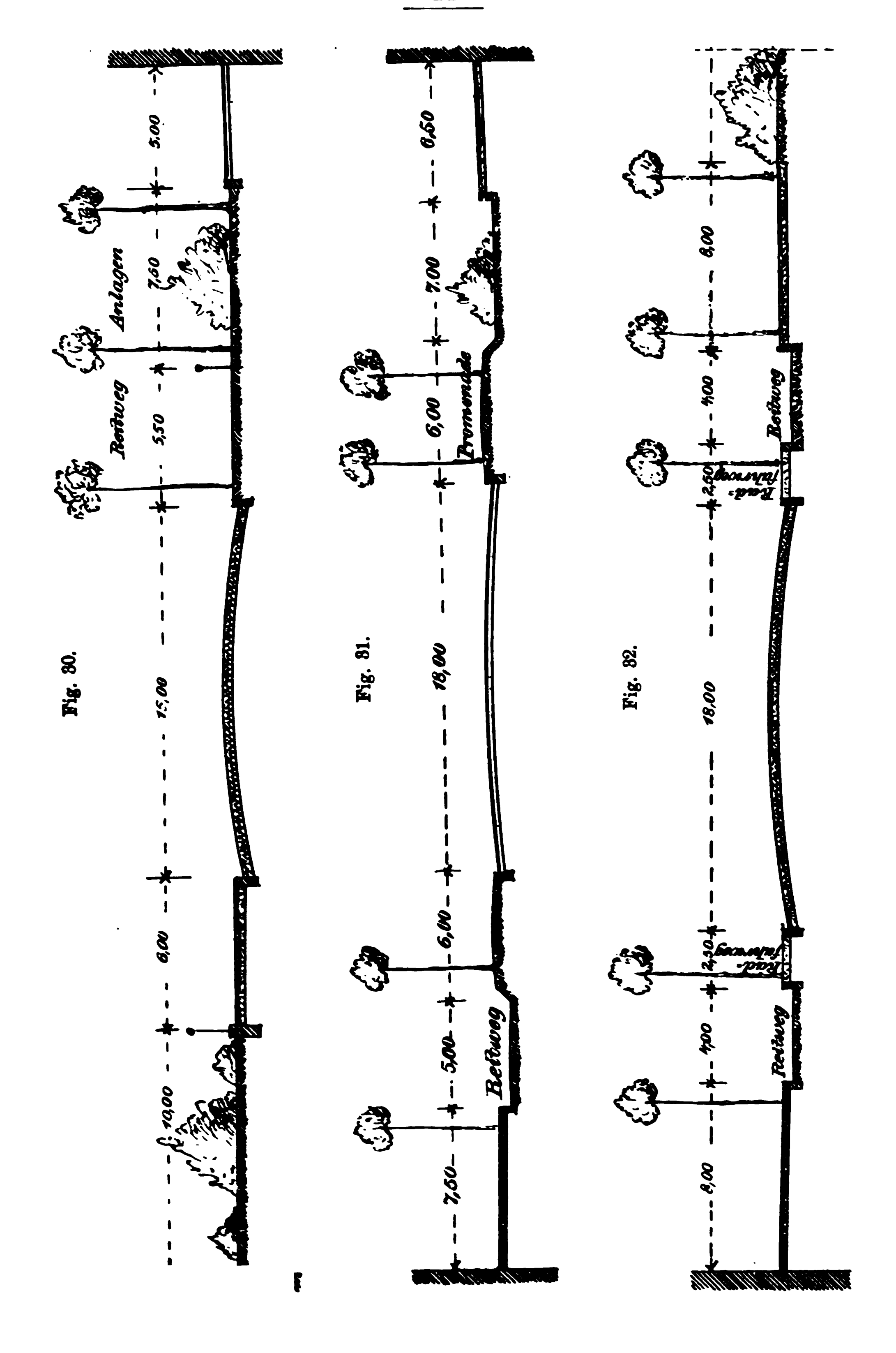


Fig. 80.

Fig. 81.

Fig. 82.

Bei Stadterweiterungen und in landhausmäfsig bebauten Vorstädten kommen vielfach breitere Strassen, „Prachtstrassen“ genannt, vor, deren Einteilung sich, nach „Baumeister, Städtisches Strassenwesen“, nach der Zahl der Fahrbahnen richtet. Man unterscheidet:

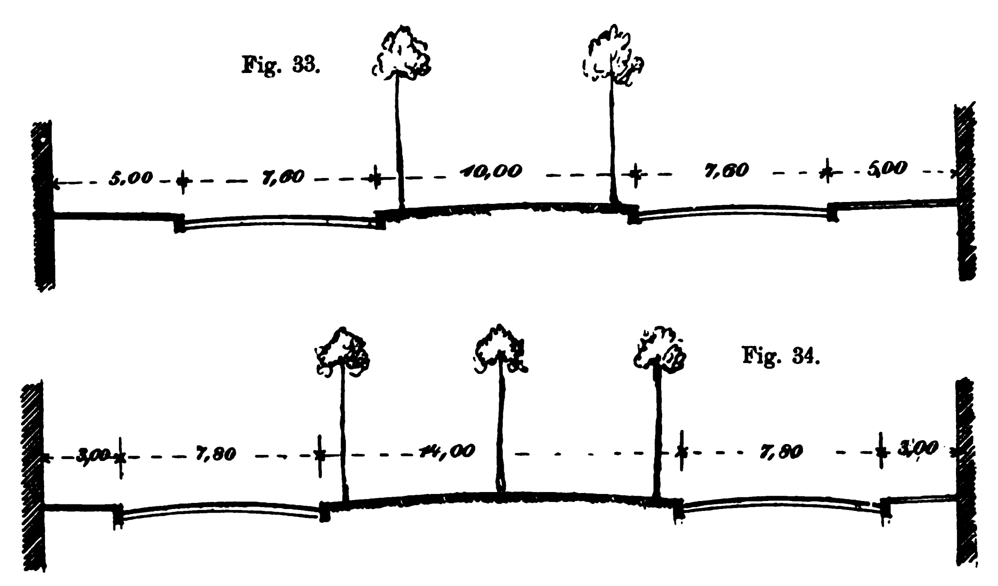


Fig. 33.

Fig. 34.

1. Strassen mit einer Fahrbahn, bis zu etwa 50 m Breite (Fig. 26 bis 32).
2. Strassen mit zwei Fahrbahnen, bis zu etwa 70 m Breite (Fig. 33 bis 39).
3. Strassen mit drei Fahrbahnen, bis zu etwa 90 m Breite (Fig. 40 bis 42).

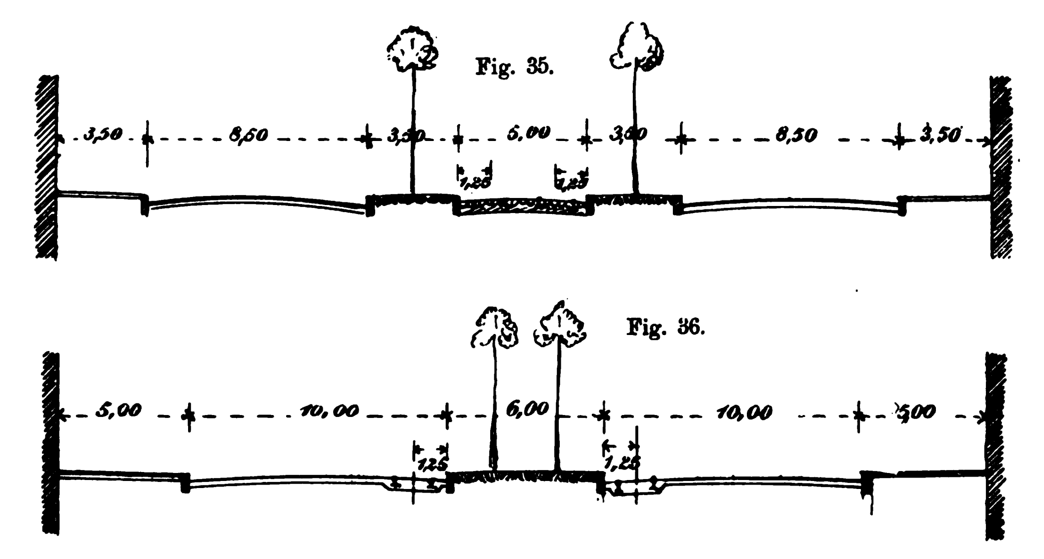


Fig. 35.

Fig. 36.

Die in den genannten Figuren dargestellten Strassenprofile mit Vorgärten und breiten Bürgersteigen haben den Nachteil, dass etwa in die Häuser einfahrende Fuhrwerke den Bürgersteig auf grössere Länge durchschneiden müssen und dadurch den Fussgängerverkehr ungebührlich belästigen und unter Umständen sogar gefährden.

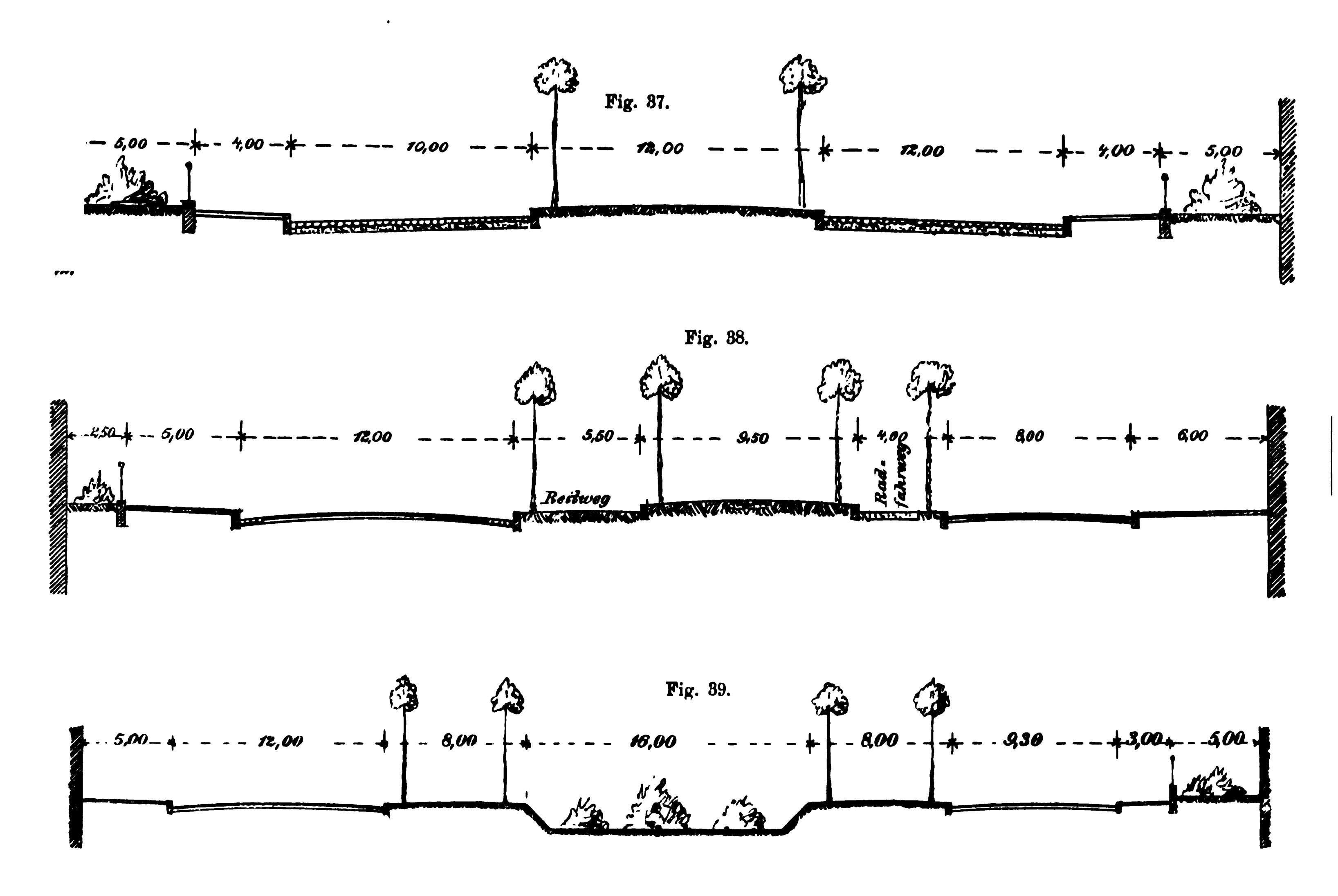


Fig. 87.

Fig. 88.

Fig. 89.

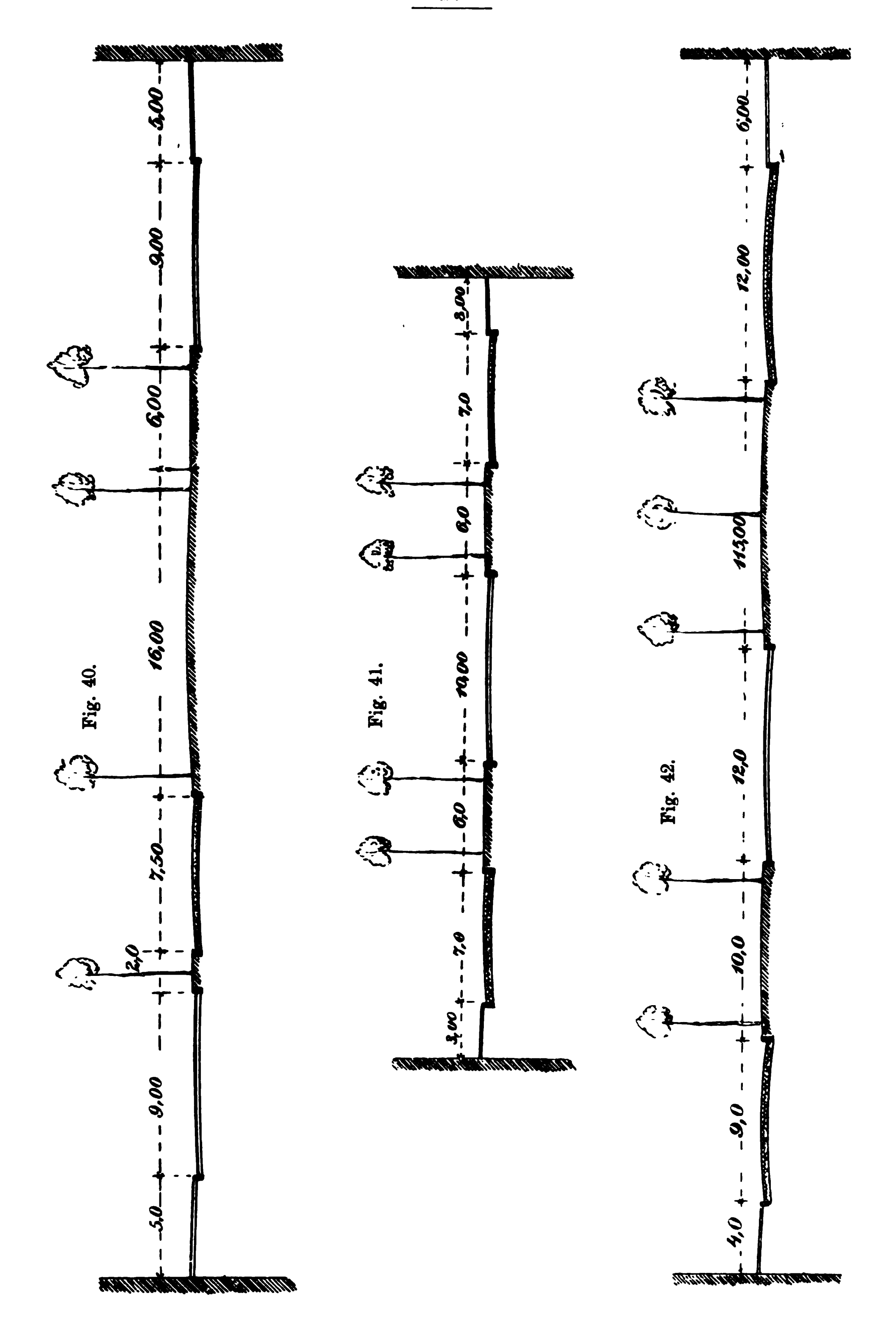
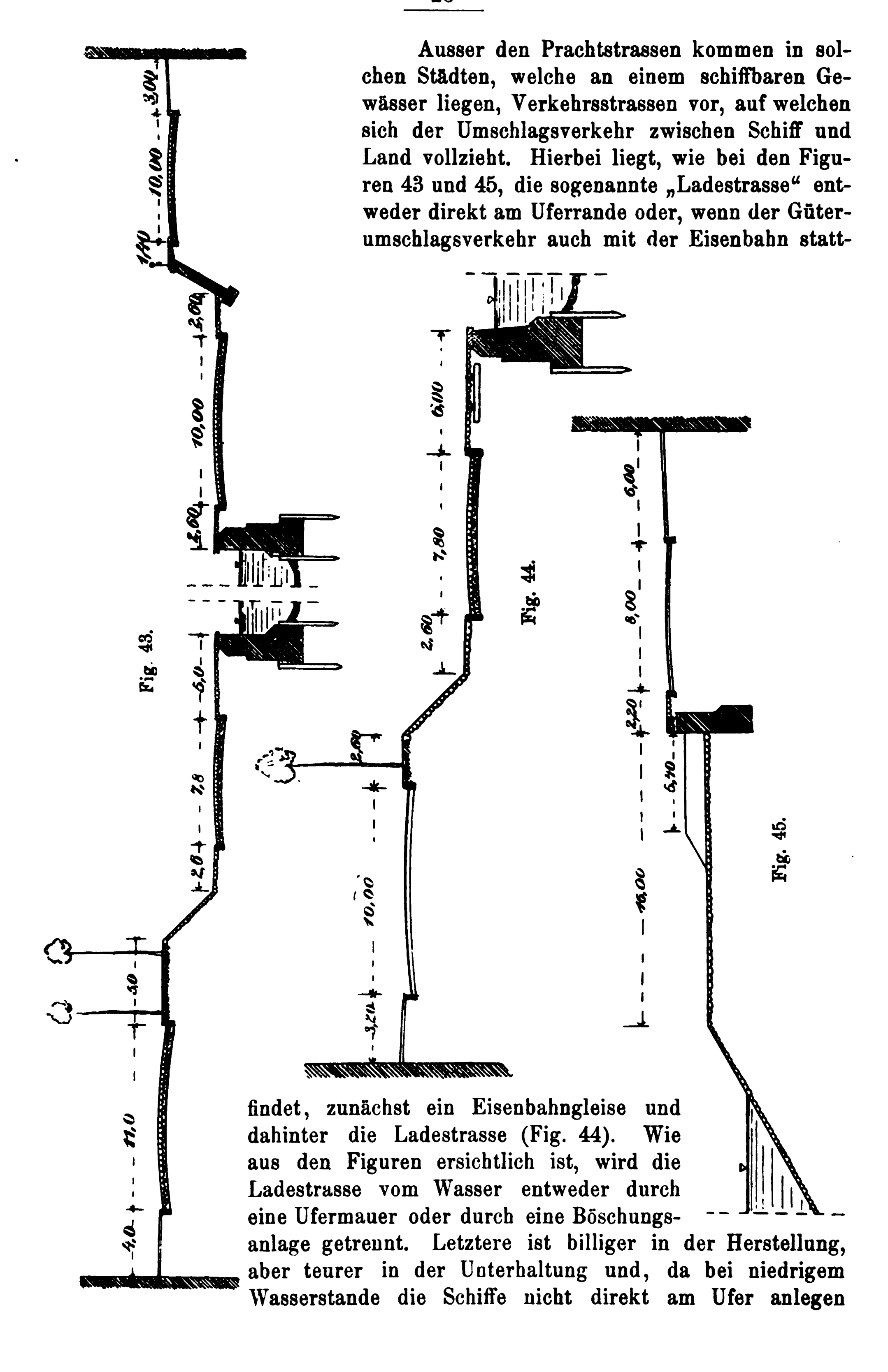


Fig. 40.

Fig. 41.

Fig. 42.

Ausser den Prachtstrassen kommen in solchen Städten, welche an einem schiffbaren Gewässer liegen, Verkehrsstrassen vor, auf welchen sich der Umschlagsverkehr zwischen Schiff und Land vollzieht. Hierbei liegt, wie bei den Figuren 43 und 45, die sogenannte „Ladestrasse" entweder direkt am Uferrande oder, wenn der Güterumschlagsverkehr auch mit der Eisenbahn stattfindet, zunächst ein Eisenbahngleise und dahinter die Ladestrasse (Fig. 44). Wie aus den Figuren ersichtlich ist, wird die Ladestrasse vom Wasser entweder durch eine Ufermauer oder durch eine Böschungsanlage getrennt. Letztere ist billiger in der Herstellung, aber teurer in der Unterhaltung und, da bei niedrigem Wasserstande die Schiffe nicht direkt am Ufer anlegen



können, für den Lade- und Personenverkehr zwischen Schiff und Ufer unbequem. Liegt, was oft der Fall ist, die Ladestrasse tiefer als die eigentliche Verkehrsstrasse, so steigt entweder die erstere nach und nach an, bis sie die Höhe der letzteren erreicht hat (Fig. 43 und 44) oder es sind besondere An- und Abfahrtsrampen angeordnet (Fig. 45).

5. Querprofile städtischer Strassen.

Das Quergefälle städtischer Strassen wird geringer genommen als bei Landstrassen, da die Befestigung des Fahrdammes gewöhnlich besser und die Unterhaltung sorgsamer ist.

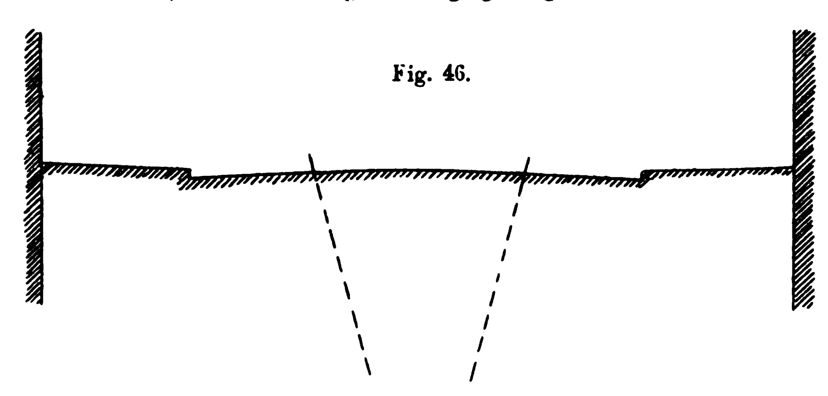
Man rechnet gewöhnlich von der Strassenbreite:

bei Chaussierung	1/40 bis 1/50
„ gepflasterten Strassen	1/50 „ 1/80
„ Asphaltstrassen	1/100 „ 1/150

Bei stark steigenden Strassen wird man das Quergefälle sich mehr dem ersteren Wert, bei wagerecht liegenden dem letzteren nähern lassen.

Im allgemeinen soll nach „Laissle, Der Strassenbau" die mittlere Querneigung einer Strasse nicht weniger als 4 Proz. der Breite betragen, während „Genzmer, Die städtischen Strassen," bei Strassenbefestigungen auf Betonunterlage, wie Holz- und Asphaltpflaster, 2 bis 2 ½ Proz. für zulässig erklärt.

Eigentlich sollte sich das Gefälle über die beiden Hälften der Fahrbahn gleichmäfsig verteilen, so dass also auch das Querprofil städtischer Strassen die Form eines flachen Satteldaches erhielte. Doch wählt man meist die gewölbte Form nach Fig. 10, obgleich man dann an den Rinnsteinen ein bedeutend stärkeres Gefälle erhält, als vorstehend angegeben ist. Dieser Nachteil ist jedoch gering gegenüber den Vorteilen, welche die gewölbte Form bei städtischen Strassen hat und welche im wesentlichen darin bestehen, dass die Fuhrwerke, ordnungsmäfsig hergestelltes Pflaster vorausgesetzt, nicht so leicht Mulden in das Pflaster drücken, wie es bei geradlinig geneigter Dammfläche der Fall ist


Fig. 46.

und dass infolge des stärkeren Gefälles am Rinnstein sich das Regenwasser mehr in diesem hält und nicht so leicht und in solchem Umfange die Fahrbahn überschwemmt.

Der Wasserablauf ist allerdings bei geradlinig abfallenden Dammflächen günstiger, doch fällt dies gegenüber den vorgenannten Vorteilen weniger ins Gewicht.

Bei Asphaltpflaster wird manchmal nur der mittlere Teil des Fahrdammes nach der Kreisbogenlinie hergestellt, während von den Rinnsteinen aus eine gerade Linie tangential an die Bogenlinie herangeht (Fig. 46). Man erhält durch diese Anordnung fast immer einen guten Wasserabfluss, häufig wird aber der Fahrdamm den Eindruck machen, als ob er einen Knick habe.

In schmalen Strassen werden manchmal aus praktischen Gründen einseitige Gefälle angelegt (Fig. 37). Diese werden natürlich immer als gerade Linien hergestellt.

Den Fusswegen gibt man stets ein je nach dem Befestigungsmaterial $1\frac{1}{2}$ bis 3 Proz. betragendes einseitiges Quergefälle nach der Fahrbahn, um den Wasserablauf so schnell als möglich nach dem Rinnstein hinzuleiten.

Um den Fussgängerverkehr vor dem Strassenverkehr zu schützen, müssen die Fusswege höher gelegt werden; doch soll dieses Mafs nicht weniger als 8 cm betragen, weil sonst der Zweck des Schutzes nicht erreicht wird, ebenso aber auch 20 cm nicht überschreiten, weil sonst das Herabsteigen vom Bürgersteig auf den Fahrdamm unbequem ist. Als zweckmäfsige Mafse haben sich 12 bis 15 cm bewährt und vor Hauseinfahrten in asphaltierten oder mit Holzpflaster belegten Strassen 5 cm.

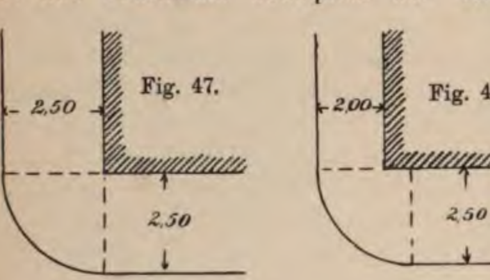


Fig. 47. Fig. 48.

6. Strasseneinmündungen und Strassenkreuzungen.

Im Interesse des Fuhrwerksverkehrs empfiehlt es sich, um das Einfahren von einer Strasse in die andere zu erleichtern, die Bordschwellen an den Strassenecken abzurunden. Doch brauchen diese Abrundungen nicht gross zu sein, da das Vordergestell der städtischen Fuhrwerke sich bis zu 90° dreht. Auch im Interesse der Fussgänger sind starke Abrundungen nicht erwünscht, da dann der die Fahrbahn kreuzende Fussgänger einen unnütz langen Weg auf dieser zurückzulegen hat.

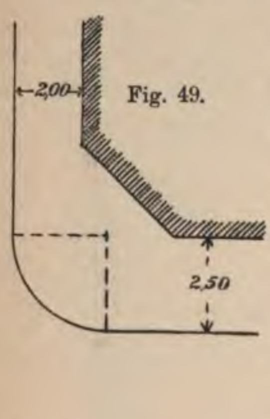


Fig. 49.

Abkantungen der Gebäude sind nur notwendig bei Strassen von weniger als 15 m Breite oder bei sehr schmalen Bürgersteigen, damit die aus den sich kreuzenden Strassen sich entgegenkommenden Fussgänger nicht aneinander stossen. Auch hier sollte aber das Mafs der Abkantung nicht zu gross genommen werden und zwischen 2,50 und 5 m betragen. Bei einem Schnittwinkel der Strassen von 120° und darüber unterbleibt die Abkantung besser, es sei denn, dass die eine Strasse so schmal ist, dass für die Fuhrwerke das Einbiegen in die andere unmöglich ist.

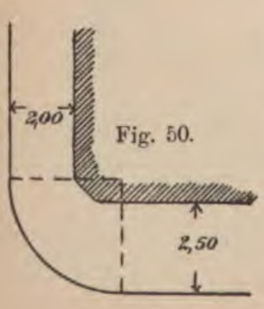


Fig. 50.

In den Figuren 47 bis 52 sind die gebräuchlichsten Abrundungen und Abkantungen dargestellt; die Figuren bedürfen keiner weiteren Erklärung.

An verkehrsreichen Strassenkreuzungen ist das Ueberschreiten des Fahrdammes häufig noch gefährlicher als bei Plätzen. Oft werden daher, um die Fussgänger zu schützen, in der Mitte des Fahrdammes sogen. Schutz- oder Rettungsinseln (Fig. 53 u. 53a) angelegt, welche das Ueberschreiten erleichtern sollen. Auch ist schon der Vorschlag gemacht worden, durch Fussgängerbrücken, ähnlich wie solche über Eisenbahnanlagen mitunter gebaut werden, den Fussgängerverkehr zu sichern. Doch hat dies anderseits soviel Uebelstände im Gefolge, dass eine Untertunnelung des Fahrdammes, wie auf grösseren Bahnhöfen die Bahnsteigtunnel, schon eher zu empfehlen ist. Die Eingänge würden dann zweckmäfsig in das Erdgeschoss der Eckhäuser zu legen sein. Doch hat auch die Tunnelanlage ihre grossen Nachteile, so dass schliesslich als das beste Mittel nur noch die Ableitung des Verkehrs in weniger belebte Nebenstrassen oder die Beschränkung gewisser Arten des Verkehrs, z. B. des Lastverkehrs auf die Morgenstunden, an welchen der Fussgängerverkehr noch nicht so lebhaft ist oder ein Verbot des Hin- und Herfahrens leerer Droschken zum Zwecke des Heranziehens von Fahrgästen übrig bleibt. Am erfolgreichsten würde

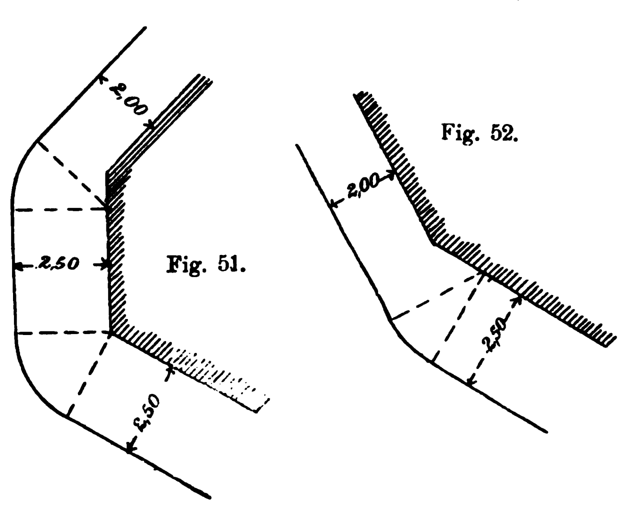


Fig. 51. Fig. 52.

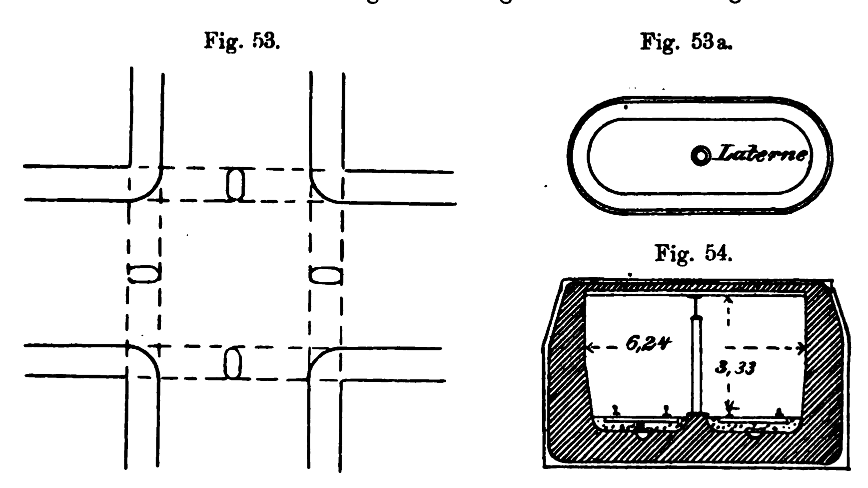


Fig. 53. Fig. 53a. Fig. 54.

aber immer sein, wie es jetzt in Berlin in der Leipzigerstrasse geplant wird, den gesamten Strassenbahnverkehr in unter dem Fahrdamm anzulegende Tunnels unterzubringen mit bestimmten mit den Bürgersteigen in Verbindung stehenden Haltestellen. Fig. 54 zeigt in schematischer Weise eine solche Tunnelanlage der Berliner Hoch- und Untergrundbahn.

Sobald die Abkantung der Hausecken grösser wird, entstehen schon

7. Plätze.

Dieselben können entweder in natürlicher Weise entstehen durch Strassenerweiterungen oder durch grössere Abkantungen oder durch Strassenkreuzungen oder sie können zu bestimmten Zwecken besonders angelegt werden und man bezeichnet sie dann als Verkehrsplätze oder als Marktplätze oder als architektonische Plätze oder als Schmuckplätze. Selbstverständlich können auch die auf natürliche Weise entstandenen Plätze einem der vorgenannten Zwecke dienen, ebenso wie man auch in gewissem Sinne die öffentlichen Parkanlagen zu den Plätzen zählen kann. Gleichgiltig aber, ob die Plätze im Interesse des Verkehrs oder der Gesundheit der Bevölkerung oder aus ästhetischen Gründen angelegt werden, nie sollen sie eine gewisse ihrer Umgebung angepasste Grösse überschreiten und es ist vorteilhafter, mehrere kleinere als wenige grosse Plätze anzulegen. Be-

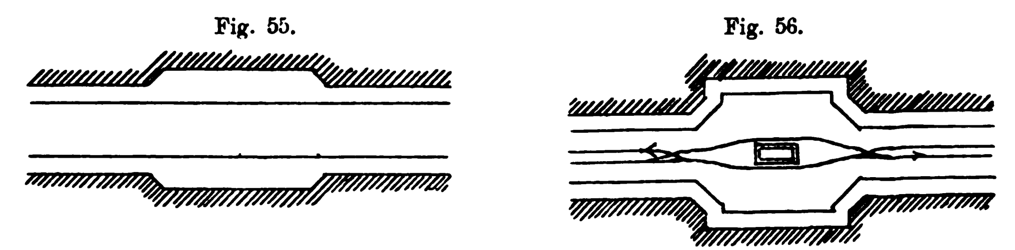


Fig. 55. Fig. 56.

sonders gilt dies für Plätze, welche im Interesse der Gesundheit der Stadtbewohner angelegt werden, weil hier mehrere über das Stadtgebiet verteilte kleinere Plätze einer grösseren Anzahl Einwohner zugute kommen, als nur einige ganz grosse Plätze, welche zu erreichen für viele unmöglich ist und deren gute Luft doch nicht in die entfernten Strassen dringt und die schlechte Luft aus diesen absaugt.

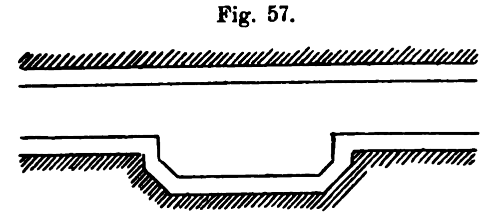


Fig. 57.

Auch aus ästhetischen Gründen sollen die Plätze nicht zu gross sein, weil die an ihnen liegenden Gebäude oder ein auf ihnen errichtetes Bauwerk nur dann in seiner vollen Schönheit zur Geltung kommt, wenn es nicht in einer im Verhältnis zu ihm zu grossen, freien Fläche verschwindet. Es soll daher die Platzgrösse immer in einem bestimmten Grössenverhältnis zu seiner Umgebung stehen.

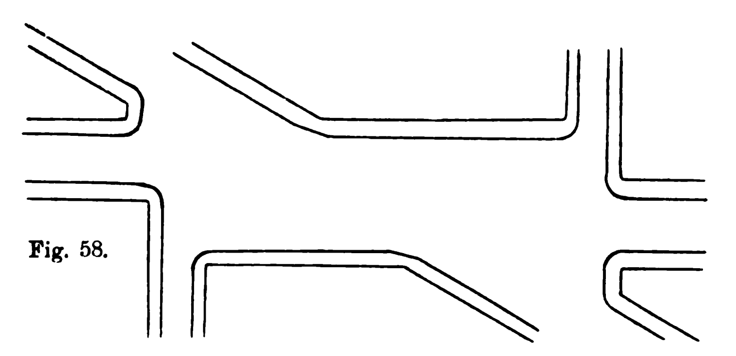


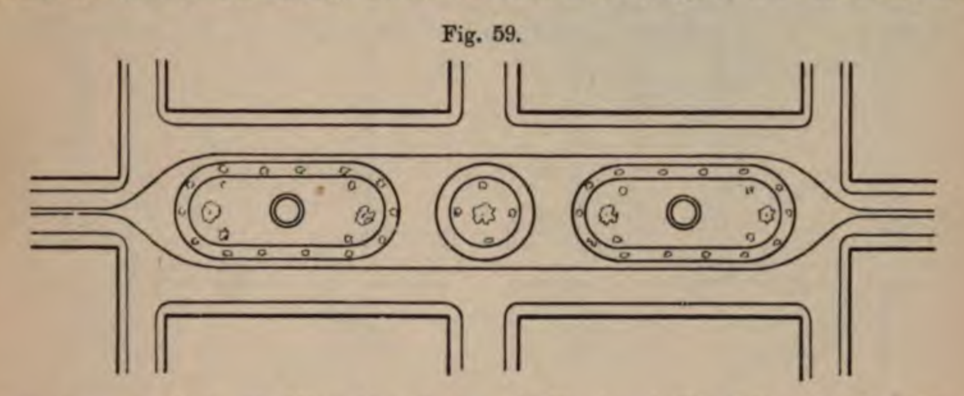
Fig. 58.

In den Fig. 55 bis 59 sind durch Strassenerweiterung entstandene Plätze dargestellt. Dieselben zeigen, wie ungestört sich der Fussgängerverkehr um diese herumziehen kann. Fig. 56 und 59 zeigt, in welcher Weise die Strassenbahn über derartige Plätze hinweggeleitet wird. Die

Strassenerweiterungen werden auch häufig als Zierplätze (Fig. 59) ausgebildet, indem sie mit gärtnerischen Anlagen versehen werden, was sehr zur Annehmlichkeit für die Anwohner und die Fussgänger beiträgt.

Bei langen geraden Strassen, welche, wie bereits erwähnt, auf den Fussgänger ermüdend wirken, kann man durch platzartige, mit Anlagen versehene Erweiterungen Abwechselung in das Strassenbild bringen. An Stelle der Anlagen kann auch in die Mitte des Platzes ein Denkmal (Fig. 56) oder ein öffentlicher Brunnen aufgestellt werden. Hierdurch wird schon von weitem das Auge des Fussgängers von dem sonst eintönigen Strassenbilde abgelenkt.

Fig. 59.



Wie bereits erwähnt, entstehen durch Abkantungen bei Strassenkreuzungen oft Plätze (Fig. 60), dieselben können aber auch ohne diese durch Ausschneiden eines Baublocks oder eines Teils desselben gebildet werden (Fig. 61 und 62).

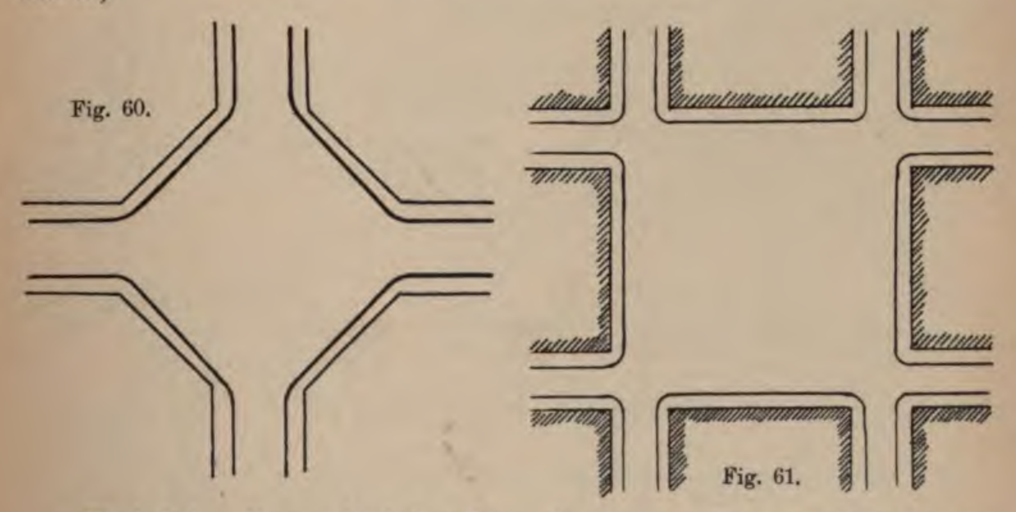


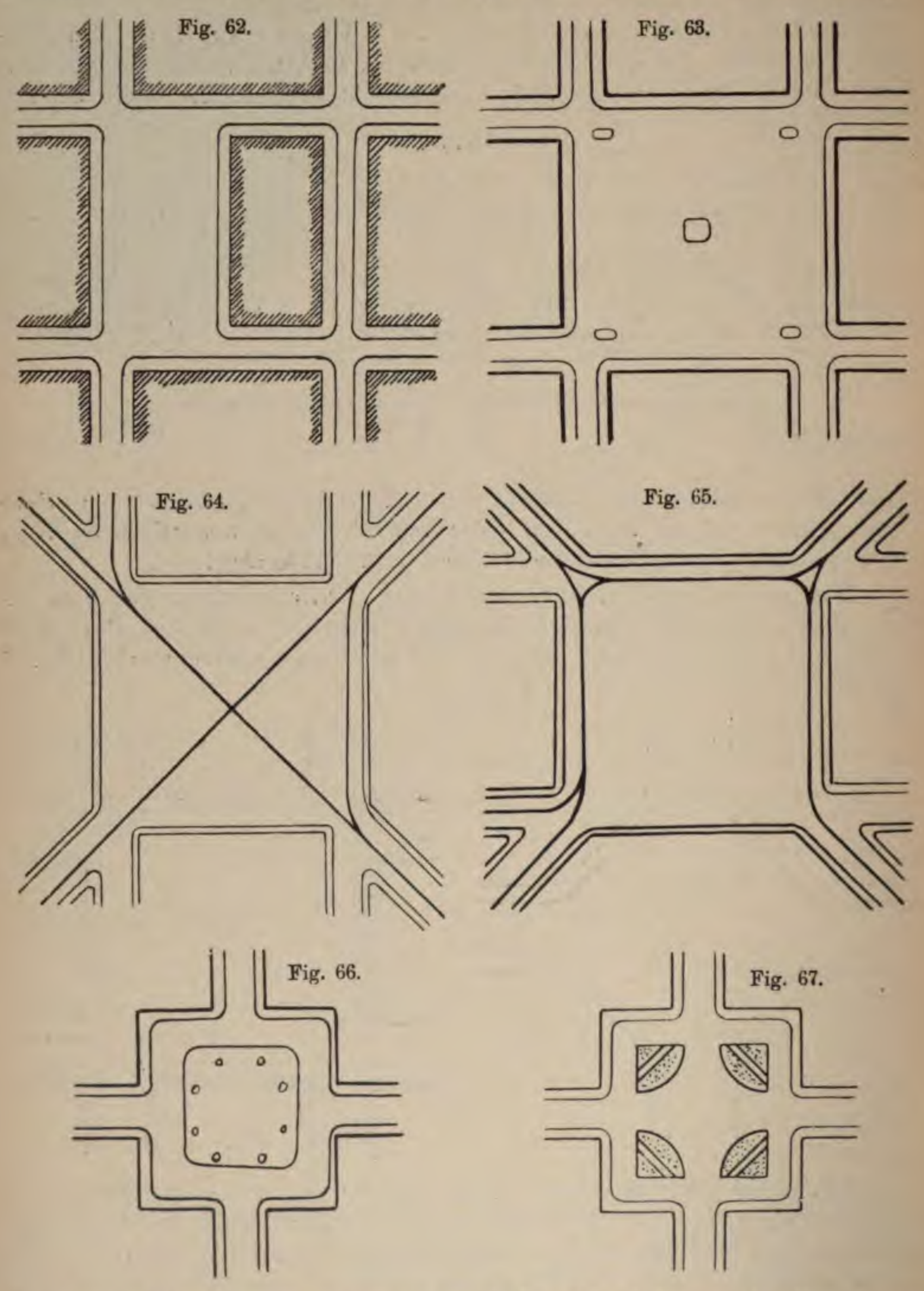
Fig. 60.

Fig. 61.

Hierbei ist die quadratische Form die für den Fussgängerverkehr unangenehmste, da die Ueberschreitung eines grossen Platzes immer gefährlich, zum mindesten aber bei Schmutzwetter unangenehm ist. Schutzinseln (Fig. 63) helfen hierbei auch nur wenig. Den Fussgängerverkehr um den Platz herumzuleiten, gelingt wegen des grossen Zeitverlustes, der für den einzelnen dabei entsteht, nie.

Ausserdem sehen solche Plätze meist sehr langweilig aus.

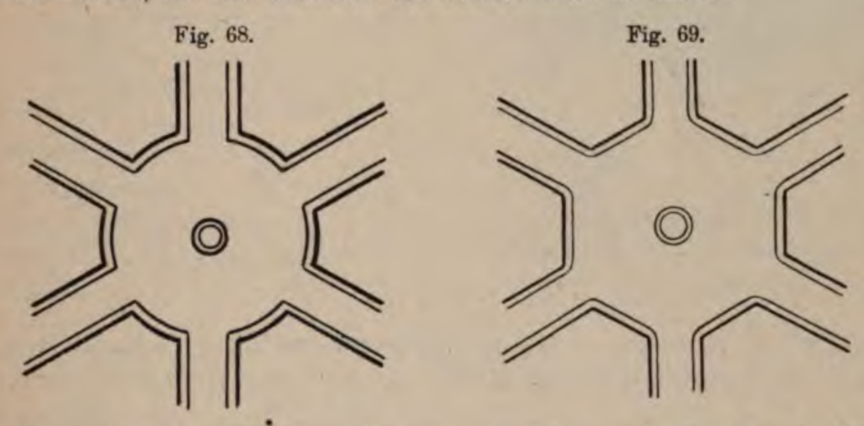
Am ungünstigsten ist es, wenn der Strassenbahnverkehr quer über den Platz geleitet wird (Fig. 64), besser ist es, wenn man ihn um den Platz herum-


Fig. 62. Fig. 63. Fig. 64. Fig. 65. Fig. 66. Fig. 67.

führt (Fig. 65). Bei der Anordnung nach Fig. 66 wird zwar der Fussgängerverkehr gesichert, der Wagenverkehr aber zu Umwegen gezwungen.

Am besten ist noch die Aufgabe, den Fussgängerverkehr zu sichern und diesen, sowie den Wagenverkehr nicht zu Umwegen zu zwingen, in Fig. 67 gelöst.

Bei den Verkehrsplätzen kommt häufig eine zentrale, kreisförmige bis quadratische Anlage vor. Die runde Form (Fig. 68) ist unzweckmäfsig, weil an ihr das Bebauen schwierig ist, besser ist daher schon die polygonale (Fig. 69). Fig. 70 zeigt, in welcher Weise unregelmäfsige Strasseneinmündungen möglichst verdeckt werden, um den Eindruck des Platzes nicht zu stören.


Fig. 68. Fig. 69.

Symmetrische Anlagen können entweder nach Fig. 71 oder 72 hergestellt werden, wenn eine Brücke, ein Tor, ein Bahnhof oder sonst ein öffentliches Gebäude vorhanden ist, an welches sich der Platz anschliesst oder wenn

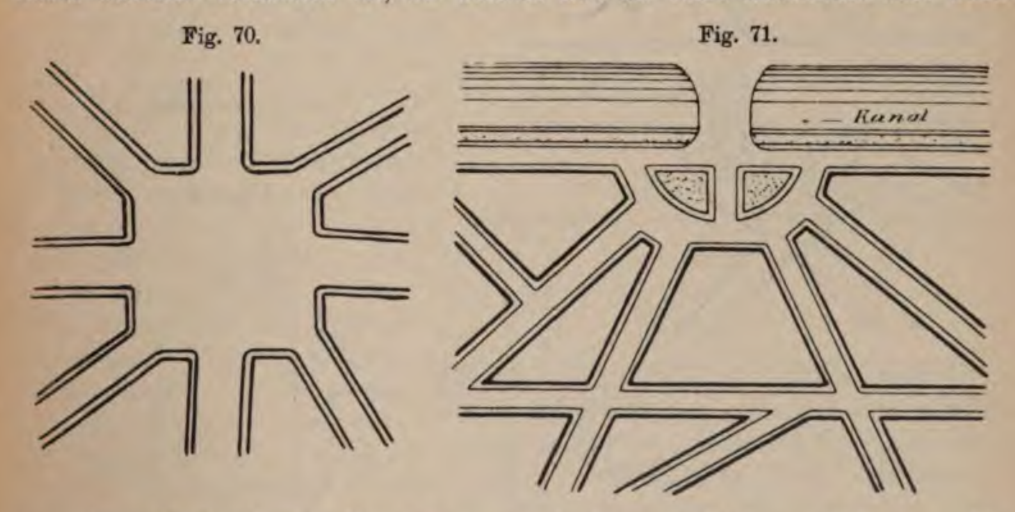


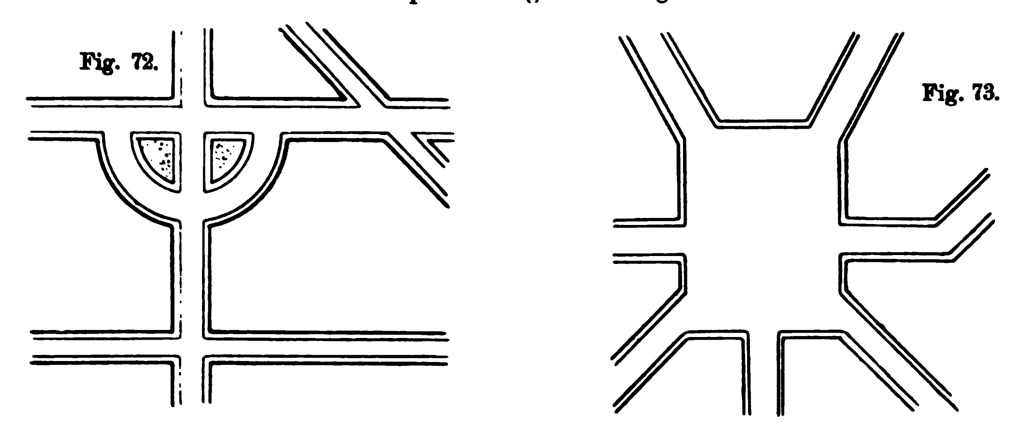
Fig. 70. Fig. 71.

von einer durchgehenden Hauptstrasse nach den verschiedenen Richtungen hin Strassen abzweigen (Fig. 73 und 74).

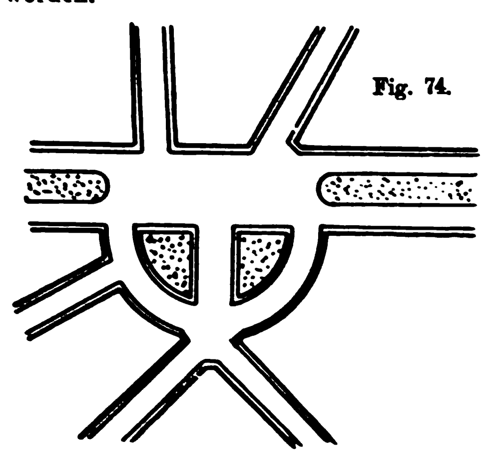
Liegen zwei Hauptstrassenzüge als Parallelstrassen beieinander, so kann man nach Fig. 61 und 62 durch Fortlassung eines ganzen Baublockes oder eines Teils desselben einen Platz anlegen, wobei aber auch wieder das bei den quadratischen Plätzen Gesagte gilt. Es ist daher besser, dem Platze möglichst eine rechteckige Form zu geben, wobei die Schmalseiten in der Richtung der Hauptstrassen liegen (Fig. 62).

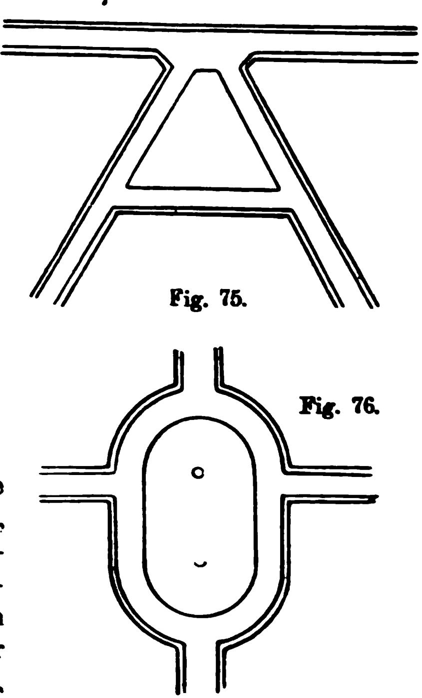
Marktplätze liegen zweckmäfsig neben den Verkehrslinien, dürfen aber nie von ihnen gekreuzt werden; die in Fig. 62 dargestellte Rechteckform ist für solche Fälle die zweckmäfsigste.

Andere Formen für Marktplätze zeigen die Figuren 75 und 76.


Fig. 72. Fig. 73.

Unbedingt zu verwerfen ist es, Strassenerweiterungen als Marktplätze auszubilden, da hierbei sowohl der Markt- als auch der Strassenverkehr gestört werden.

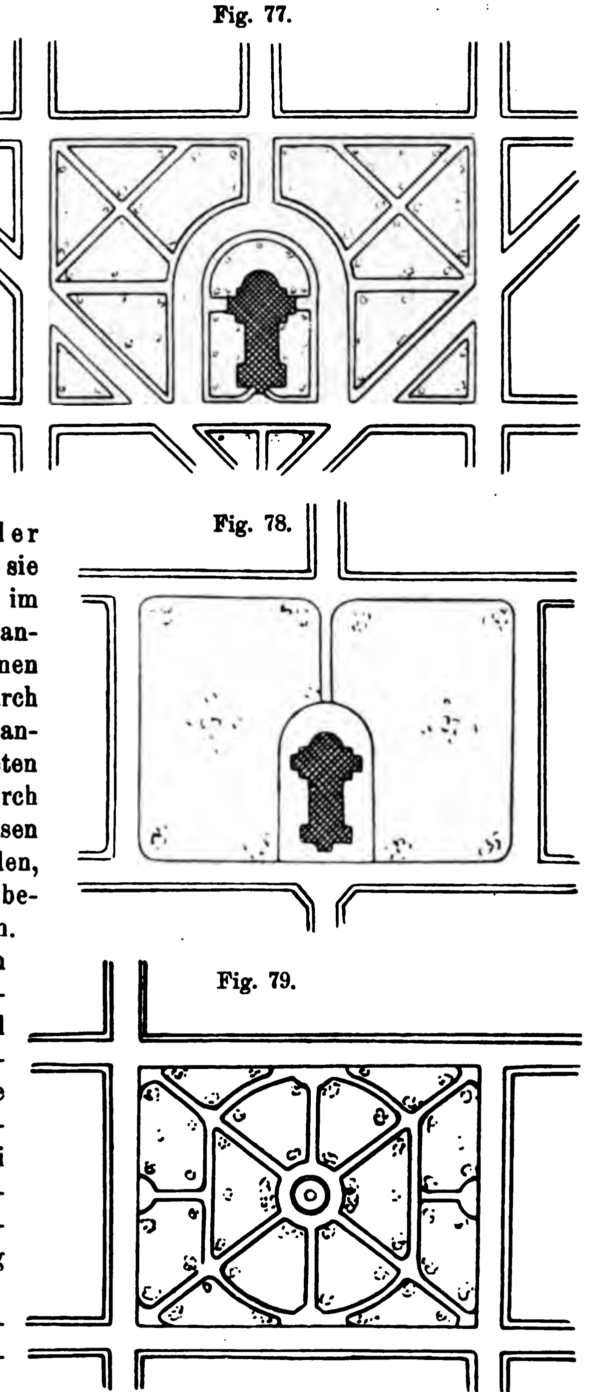

Fig. 74.


Fig. 75. Fig. 76.

Eine weitere Hauptbedingung für die Anlage von Verkehrs- und Marktplätzen ist, dass man von der Mitte des Platzes die gesamten auf den Platz zulaufenden Strassenzüge übersehen kann, während dies bei den architektonischen Plätzen nicht nur nicht nötig, sondern sogar unerwünscht ist, weil diese einen geschlossenen Eindruck machen sollen — weshalb man auch die Zahl der einmündenden Strassen soviel als möglich beschränkt — damit jeder, der den Platz betritt, seine Aufmerksamkeit sofort auf das daselbst errichtete Bauwerk lenken muss und die den Platz umschliessenden Häuser gewissermafsen als Rahmen für dieses wirken. Wie bereits erwähnt, wird der Eindruck, den ein monumentales Bauwerk auf den

Beschauer ausübt, oft beeinträchtigt durch die unverhältnismäſsige Grösse des Platzes und ausserdem auch durch den über den Platz flutenden Wagen- und Fussgängerverkehr.

Beide Verkehrsarten müssen daher um den Platz herumgeleitet, aber nicht über ihn hinweg geführt werden. Fig. 77 zeigt, wie unruhig schon im Bilde ein architektonischer Platz wirkt, welcher von Fuss- und Fahrwegen gekreuzt wird und wie vornehm ruhig, wenn dies, wie in Fig. 78, nicht der Fall ist.

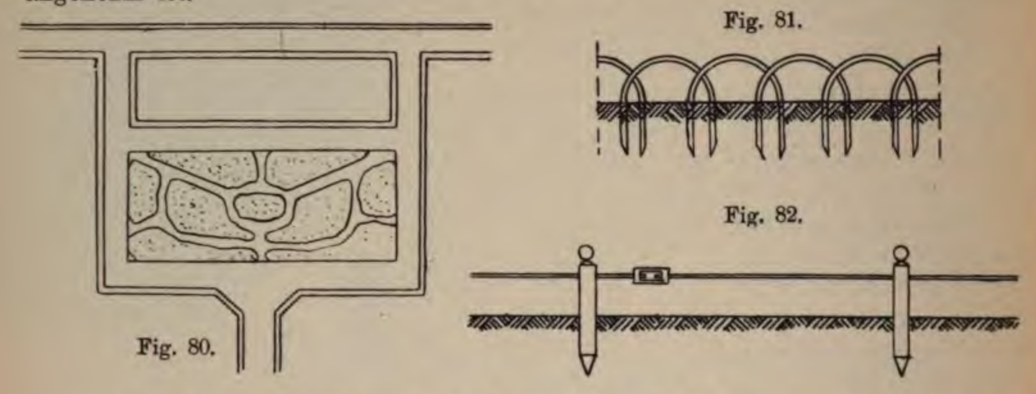

Fig. 77.
Fig. 78.
Fig. 79.

Figur 79 und Figur 80 zeigen bepflanzte Plätze, auch Zier- oder Schmuckplätze genannt, wie sie vielfach in grösseren Städten im Interesse der Volksgesundheit angelegt werden. Die Anlagen können entweder offen sein und nur durch die in den Figuren 81 und 82 angegebenen Gitter vor dem Betreten geschützt sein oder sie können durch hohe Gitter oder Mauern nach aussen vollständig abgeschlossen werden, so dass der Eintritt nur durch bestimmte Eingänge erfolgen kann.

Bepflanzte Plätze werden zweckmäſsig nicht vom Wagenverkehr durchschnitten, während es unbedenklich ist, durch Anlage einiger breiter Hauptwege den Fussgängerverkehr hindurchzuleiten. Voraussetzung hierbei ist allerdings, dass dann die einzelnen von den Fusswegen eingefassten Teile noch gross genug bleiben.

Auf grösseren Schmuckplätzen wirken reizvoll die sogenannten „englischen Anlagen“, d. h. die zwanglose Unterbrechung der Rasenflächen durch Gebüsch.

Die Hauptfusswege sollten immer von schattenspendenden Bäumen eingefasst sein, während dies bei den Nebenwegen nicht erforderlich, ja meist nicht einmal angenehm ist.


Fig. 80. Fig. 81. Fig. 82.

Parkanlagen geringeren Umfanges können als grössere Zierplätze angesehen und wie diese behandelt werden, während die bei der Einrichtung grösserer Parkanlagen zu berücksichtigenden Gesichtspunkte nicht mehr zum Strassenbau, sondern vorwiegend in das Gebiet des Landschaftsgärtners gehören, daher hier nicht zu besprechen sind.

Ebenso wie bei den Strassen ist auch bei den Plätzen für eine ausreichende Entwässerung zu sorgen.

Zweiter Abschnitt.

Die Befestigung der Strassen.

A. Allgemeines.

Je nach dem zur Verwendung gelangenden Strassenbefestigungsmaterial unterscheiden wir:

1. Pflaster aus natürlichen Steinen,
2. Pflaster aus künstlichen Steinen,
3. Asphaltpflaster,
4. Asphaltplattenpflaster,
5. Pflaster aus Asphaltklötzen,
6. Asphaltbeton oder Pechmakadampflaster,
7. Asphaltgranitpflaster,
8. Beton- oder Zementpflaster,
9. Basalt-Zementpflaster,
10. Holzpflaster,
11. Eisenpflaster.

Die Strassenbefestigung oder der Oberbau einer Strasse umfasst die Unterbettung, auf welcher die eigentliche Fahrbahn ruht. Letztere dient dem Fuhrwerksverkehr, wozu noch in einigen Strassen der Reitverkehr tritt, während die die Fahrbahn gewöhnlich auf beiden Seiten begrenzenden Bürgersteige ausschliesslich dem Fussgängerverkehr dienen. Hierzu treten dann noch in manchen Strassen Nebenanlagen, welche zwar mit der Strassenbefestigung als solche nichts, wohl aber mit dem Verkehr auf der Strasse zu tun haben, wie z. B. öffentliche Anschlagssäulen, Bedürfnisanstalten (Fig. 83 und 84), Wartehallen der Strassenbahn (Fig. 85), Verkaufshallen von Mineralwasser, Kioske für Zeitungen u.a m. Auch die unterhalb der Strassenoberfläche liegenden Kanäle und Leitungen gehören insofern mit zu den Nebenanlagen des Oberbaues, als sie häufig diesen beeinflussen oder umgekehrt die Anordnung der Lage des Versorgungsnetzes von der Art der Befestigung abhängig gemacht wird.

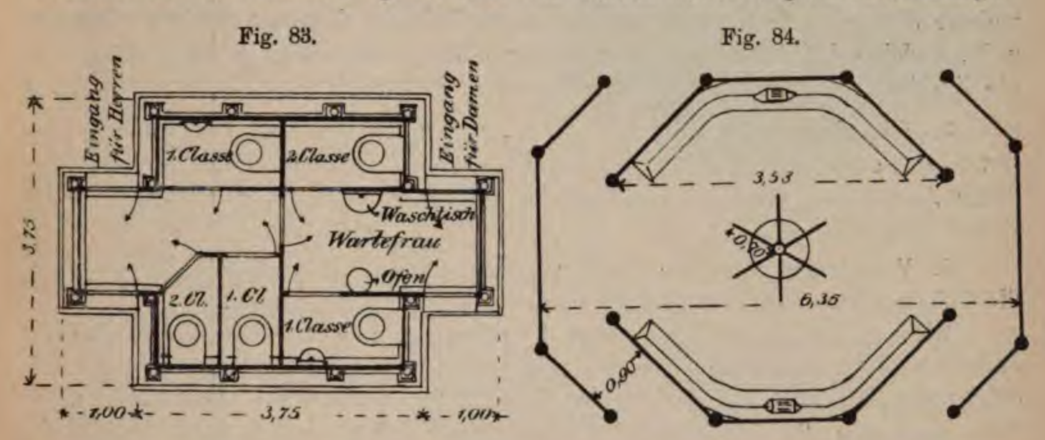


Fig. 83. Fig. 84.

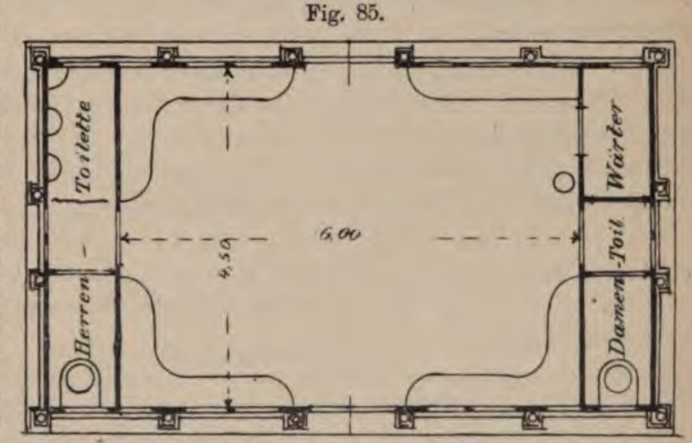


Fig. 85.

Die Anforderungen, welche man an eine städtische Strassenbefestigung zu stellen hat, umfassen im allgemeinen folgende sechs Punkte:

1. Trockene Lage. Diese erreicht man dadurch, dass einmal die Strassenkrone wenigstens 60 cm über dem bekannten höchsten Grundwasserstand liegt, ferner durch gute ober- und unterirdische Entwässerung. Erstere erzielt man durch ein genügendes Quer- und Längsgefälle der Fahrbahn, der Bürgersteige und Rinnsteine, letztere durch Anlage von Kanälen, Durchlässen, Einläufen usw.

2. Sicherheit des Verkehrs. Es ist dies eine Hauptbedingung, welche im städtischen Strassenbau stets zu erfüllen erstrebt werden soll und wenn dies z. B. bei einigen Platzanordnungen, wie früher gesagt, nicht zu erreichen ist, so

sind solche Plätze nach Möglichkeit zu vermeiden. Die beste Sicherheit findet der Fussgänger stets in der höheren Lage des Bürgersteiges gegen den Fahrdamm. Beim Ueberschreiten desselben oder eines Platzes kann durch Anlage von Inseln, wie oben erwähnt, nach Möglichkeit Sicherheit geboten werden. Eine weitere Sicherheit bietet eine zweckmäfsige Wahl des Pflastermaterials. Pflaster z. B., welches bei Nässe oder im Winter leicht glatt wird, ist nicht allein für die Zugtiere, sondern auch für den Menschen gefährlich.

3. Die Fahrbahn soll die schwersten Lasten gut tragen und den Druck derselben gleichmäfsig auf den Untergrund verteilen. Man erreicht dies durch Anwendung einer festen Fahrbahn und einer ausreichend starken, dichten Unterbettung.

4. Verringerung der Bewegungswiderstände, soweit diese durch die Reibung von Fahrbahn und Fuhrwerk hervorgerufen werden.

Hierher gehört vor allem eine Ermäfsigung der Strassenneigung auf das geringste noch mögliche Mafs, ferner eine Befestigungsart, welche der Art und der Stärke des Verkehrs auf der betreffenden Strecke entspricht; andererseits aber muss auch, um die Zugtiere zu schonen, das Pflaster eine gewisse Rauhigkeit besitzen oder z. B. durch Bestreuen mit Sand, Kies usw. rauh gehalten werden.

5. Vermeidung von Geräusch, Staub und Geruch. Geräuschlosigkeit erzielt man durch eine Befestigungsart, welche eine elastische Oberfläche besitzt, z. B. durch Asphalt, Holz usw., während Staub und Geruch durch ständiges gutes Reinigen, sorgfältiges Vergiessen sämtlicher Fugen mit Teer, Asphalt u. dergl. oder durch eines der später noch zu besprechenden Staubbindungsmittel verhindert werden.

6. Leichte Ausführung von Ausbesserungen. Hierbei ist namentlich darauf Rücksicht zu nehmen, dass der Fuhrwerksverkehr so wenig als möglich gestört wird. Dies wird am besten erreicht durch ordnungsmäfsige, zweckentsprechende Ausführung der Pflasterarbeiten mit nur gutem Material und zweckmäfsige Anordnung des Versorgungsnetzes.

Die Unterbettung, welche den Zweck hat, den auf die Fahrbahn ausgeübten Druck auf eine möglichst grosse Fläche des Erdkörpers zu übertragen, soll im allgemeinen um so besser sein, je besser das zur Strassenbefestigung verwandte Pflastermaterial ist.

Die Unterbettung kann entweder bestehen aus grobem Sand, Kies oder Schotter, Pflaster, Zementbeton oder Asphaltbeton. Die beiden letztgenannten Unterbettungsmaterialien setzen aber, weil sie wassserundurchlässig sind, auch eine wasserundurchlässige Strassenbefestigung voraus.

Der zur Aufnahme der Unterbettung dienende Untergrund — auch Grundbaukasten genannt — muss vor Aufbringung derselben planiert, gut entwässert und abgewalzt werden.

Die Unterbettung muss umso kräftiger sein, je weicher der Untergrund ist, um zu verhüten, dass derselbe durch die auf ihn wirkende Belastung nachgibt oder emporquillt.

Die Fahrbahn, welche die Lasten unmittelbar aufnimmt, muss dicht und t sein, sowie eine leichte Fortbewegung derselben gestatten.

Damit die Strassenbahngleise kein Hindernis für die Fortbewegung der übrigen Fuhrwerke bilden, muss ihr Schienenkopf genau in der Höhe der Strassenoberfläche verlegt werden und in dieser Lage unveränderlich bleiben. Dies erreicht man am einfachsten durch eine Verstärkung des Unterbaues, wie es bei den einzelnen Strassenbefestigungsarten ausführlich beschrieben ist.

Keine der bis jetzt zur Anwendung gelangten und eingangs aufgeführten Befestigungsmittel ist aber von solcher Beschaffenheit, dass sie allen vorerwähnten Bedingungen (1 bis 6) entsprechen. So ist z. B. das Pflaster aus natürlichen Steinen zwar dauerhaft, leicht herstellbar, leicht zu unterhalten, für alle Steigungsverhältnisse geeignet, aber sehr geräuschvoll, was besonders bei lebhaftem und schwerem Wagenverkehr für die Anwohner der Strasse sehr lästig ist. Andererseits befährt sich Asphalt geräuschlos, ist aber wegen seiner bei Nässe eintretenden Glätte für die Zugtiere gefährlich; die Droschkenhalteplätze verbreiten auf Asphaltbahnen einen unangenehmen Geruch usw.

Es ist daher bei der Auswahl eines Befestigungsmittels stets genau zu untersuchen, welche der vorstehend genannten sechs Bedingungen gerade in der zu pflasternden Strasse in erster Linie erfüllt werden müssen und auf welche man im vorliegenden Fall als weniger wichtige verzichten kann. So wäre es z. B. falsch, den Fahrdamm einer Strasse, welche nach dem Güterbahnhofe führt oder eine Speicherstrasse mit Asphalt zu belegen, damit sie sich geräuschlos befährt. Hier würde man hauptsächlich darauf Rücksicht zu nehmen haben, den Zugtieren das Ziehen der schweren Lastwagen zu erleichtern, was durch Steinpflaster geschieht, in deren Fugen die Tiere mit ihren Hufen haften können; ferner würde Steinpflaster auch ein für den schweren und starken Wagenverkehr genügend kräftiges und widerstandsfähiges Pflaster bilden. In einer abgelegenen, von der Arbeiterbevölkerung bewohnten verkehrsschwachen Strasse oder in einer ebensolchen Villenstrasse genügt häufig eine Steinschlagstrasse.

Sehr oft sind auch die zur Verfügung stehenden Geldmittel ausschlaggebend bei der Wahl der Befestigungsmittel; stets aber ist darauf zu halten, dass das Material zweckentsprechend und die Ausführung tadellos ist.

B. Die Befestigung der Fahrbahn.

1. Die Schotterstrassen.

Die Herstellung von Schotterstrassen in Städten entspricht der der Landstrassen, weshalb hier auf den diese besprechenden Band des „Handbuchs des Bauingenieurs" verwiesen wird.

Chaussierungen werden auf städtischen Strassen nur noch selten ausgeführt, denn wenn auch die Schotterstrassen sich fast geräuschlos befahren und billig herzustellen sind, so haften ihnen doch die sehr grossen Nachteile der bei starkem Verkehr hohen Unterhaltungskosten und die für die Anwohner lästige und gesundheitsschädliche Staub- und Schlammbildung an. Es werden daher in neuerer Zeit Steinschlagbahnen nur noch in abseits liegenden, schwachen Verkehr besitzenden Vorstadtstrassen ausgeführt und auch nur dann, wenn ein vorzügliches Chaussierungsmaterial billig und bequem zur Verfügung steht.

In einigen Städten wendet man die Schotterbahnen als Unterbettung an, was aber nicht so gut ist als eine aus Beton hergestellte Unterbettung.

Bei der Befestigung von Strassen auf aufgeschüttetem Boden, bei welchen ein nachträgliches Senken des Strassenkörpers zu befürchten ist, wird mitunter die Fahrbahn zunächst nur provisorisch hergestellt. Dies geschieht fast immer durch eine Steinschlagbahn. Nach einigen Jahren, wenn die Gefahr des Senkens nicht mehr zu befürchten ist, wird das endgültige Pflaster auf die provisorische Chaussierung gesetzt (Fig. 86).

Da die Oberfläche des provisorischen Pflasters soviel tiefer gelegt werden muss, dass das spätere endgültige Pflaster die richtige Höhenlage erhalten kann, die Bürgersteige aber sofort die richtige Höhenlage erhalten, so muss, um den Fussgängerverkehr über den Fahrdamm nicht zu erschweren, vor den Bordschwellen eine Stufe angeordnet werden (Fig. 86), welche entweder ebenfalls aus Bordschwellen oder aus Steinpflaster besteht und die bei der endgültigen Strassenpflasterung wieder beseitigt wird.

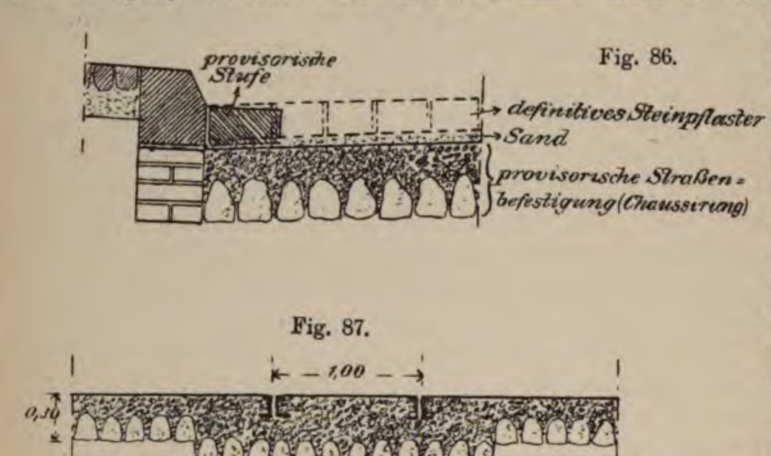


Fig. 86.

Fig. 87.

Bei dem Anschluss des provisorischen Pflasters an vorhandenes endgültiges müssen Rampen angeordnet werden, die den Verkehr erschweren und an deren Anfang sich häufig unangenehme Schmutztümpel bilden.

Da in städtischen Strassen die Schotterbahn gewöhnlich mindestens 30 cm stark ist, so genügt es, wenn bei Strassenbahnen mit Pferdebetrieb eine Rinne in Schienenhöhe ausgehoben wird und die Schienen auf die Unterbettung aufgelegt und gut verstopft werden. Bei elektrischem Betriebe, welcher 16 bis 18 cm hohe Schienen erfordert, genügt dies aber meist nicht. Es muss dann vielmehr ein besonders kräftiger Unterbau von 2,0 bis 2,50 m Breite eingebracht und mit der Dampfwalze gehörig gedichtet werden (Fig. 87). Versuche, die Auflagerung der Gleise dadurch zu verbessern, dass man unter den Schienen eine Schicht Beton eingebracht hat, haben sich wegen der Sprödigkeit desselben ebensowenig bewährt, wie die Unterbettung nur unter den Schienen zu verstärken, indem man Gräben von 0,30 m Breite und 0,40 m Tiefe aushob, diese mit Schotter verfüllte und darauf die Schienen bettete.

In Strassen mit schwachem Verkehr kann man ohne weiteres die Decklage gegen die Schienen bringen, während bei Strassen mit starkem Verkehr sowohl die Fläche zwischen den Schienen, als auch in 0,50 m Breite auf jeder Seite derselben gepflastert werden muss. Selbst in Strassen mit schwachem Verkehr sollte man aber auf das Seiten- und Zwischenpflaster nicht verzichten, da sich

bald neben den Schienen tiefe Rinnen bilden, welche als Schmutzwassersammler dienen und das Ueberfahren der Gleise durch das übrige Strassenfuhrwerk erschweren.

Nach „Baumeister, Städtisches Strassenwesen, Berlin 1890, Seite 82“ kostet ein qm Chaussierung, einschl. Grundbau, 2 bis 10 Mk., während die jährlichen Unterhaltungskosten sich auf 0,40 bis 0,80 Mk. pro qm belaufen.

2. Pflaster aus natürlichen Steinen.

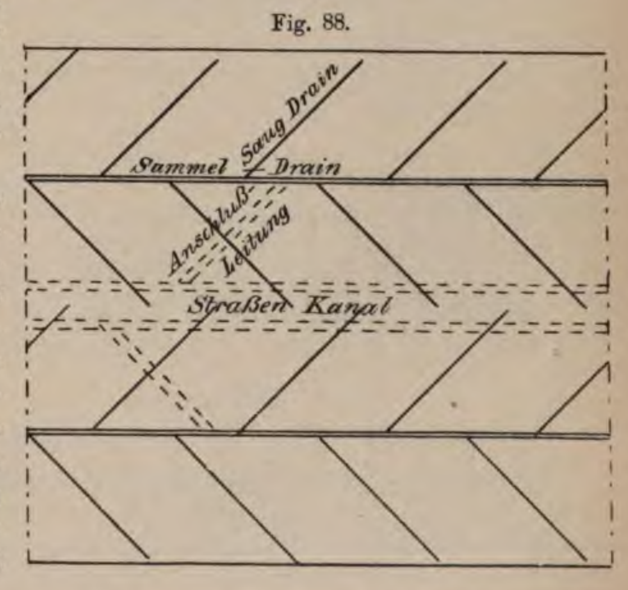
a) Die Unterbettung.

Wie bereits erwähnt, ist die Tragfähigkeit und Haltbarkeit eines Pflasters zum grossen Teile abhängig von der Unterbettung, da durch diese der von den einzelnen Steinen aufgenommene Raddruck aufgenommen und auf eine grosse Fläche des Untergrundes übertragen wird. Würde man die Steine direkt auf den Untergrund setzen, so wäre ein Versacken einzelner Steine nicht zu verhindern.

Der Untergrund muss vor Aufbringung der Unterbettung gehörig planiert, entwässert und abgewalzt sein und zwar letzteres um so kräftiger, je weicher der Untergrund und je grösser die Belastung ist.

Die Unterbettung soll um so besser und kräftiger sein, je besser das Pflastermaterial und je grösser und schwerer der Fuhrwerksverkehr auf der Fahrbahn ist.

Fig. 88.



Die Entwässerung eines stark wasserhaltigen Untergrundes erfolgt am zweckmäfsigsten in der in Fig. 88 dargestellten Weise. Saugerains nehmen das Wasser aus dem Untergrunde auf und führen es in Sammelrains, aus welchen es in kanalisierten Strassen in den unterirdischen Strassenkanal, sonst in den nächsten Verfluter geleitet wird.

Als Unterbettungsmaterial wird verwandt: grober Sand, Kies, Schotter, Chaussierung oder Beton.

Der grobe Sand wird schichtenweise in den Grundbaukasten eingefahren, verteilt, bewässert und durch Handrammen oder leichte Walzen gedichtet. Die Stärke der fertigen Sandschicht beträgt 10 bis 35 cm. Besser ist es, zunächst auf den Unterbau eine etwa 20 bis 25 cm starke Lage Kies aufzubringen und zu befestigen und darauf dann eine 10 bis 15 cm starke Sandschicht.

Bei lehm-, ton- oder moorhaltigem Untergrunde empfiehlt es sich, zur Verdichtung desselben eine stärkere Kiesschicht aufzubringen oder wenn dies nicht

genügt, eine Unterlage von Schotter oder eine vollständige Packlage zu nehmen (Fig. 89). Die Schotterschicht ist 10 bis 20 cm hoch zu machen und darüber eine 5 bis 10 cm starke Sandschicht zum Versetzen der Steine aufzubringen.

Chaussierung wird als Unterbettung meist nur dann in Frage kommen, wenn eine Strasse provisorisch befestigt werden soll, wie dies bei den Schotterstrassen bereits erläutert ist. Zum Versetzen der Steine kommt auf die Chaussierung eine 5 bis 10 cm starke Sandschicht, wie Fig. 86 und 89 zeigen.

Als Betonunterbettung kann sowohl der Zement- als auch der Asphaltbeton zur Verwendung kommen.

Beton bildet die beste Unterbettung, da er eine einzige tragende und druckausgleichende Platte bildet. Da er aber nicht elastisch ist, dürfen die Pflastersteine nicht direkt auf ihn aufgesetzt werden, weil sich ein derartiges Pflaster hart befahren würde, sondern es muss auf seine Oberfläche stets eine 4 bis 10 cm starke Sandschicht aufgebracht werden, auf welche die Steine gebettet werden (Fig. 90). An Stelle der Sandschicht kann auch, wie Fig. 91 zeigt, eine Mörtelschicht aufgebracht werden.

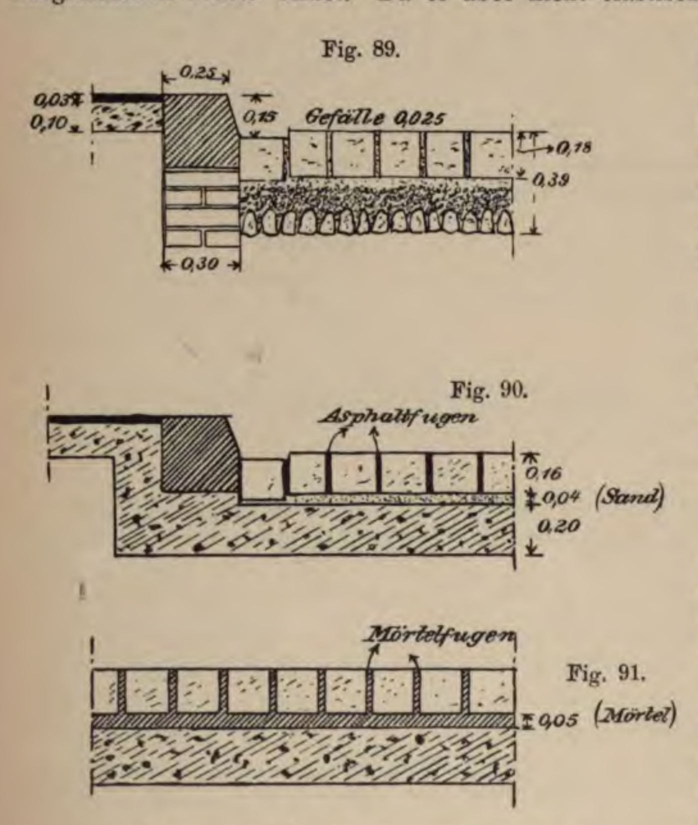


Fig. 89.

Fig. 90.

Fig. 91.

Da der Beton wasserundurchlässig ist, erfordert er auch ein wasserundurchlässiges Pflaster. Will man letzteres nicht, so kann man auch das Sickerwasser dadurch von der Betondecke entfernen, dass man derselben Gefälle nach den Strassensinkkästen (siehe Abschnitt 5) gibt und ausserdem im Beton noch Schlitze anordnet, welche das Wasser nach diesen führen.

Ein grosser Nachteil der Betonunterbettung ist bei Pflaster aus natürlichen Steinen der, dass sie geräuschvermehrend wirkt.

Ein gutes Mischungsverhältnis für Unterbettungsbeton aus Zement ist: 1 Teil Zement (Kalk- oder Trasszement), 2 bis 3 Teile Sand, 4 bis 6 Teile Steine oder Kies und für Asphaltbeton: 1 Teil Schotter oder grober Kies, $^1/_2$ Teil Asphalt mit Teerzusatz. Statt Asphalt kann man auch Pech mit Teerzusatz nehmen.

Die Mischung des Asphaltbetons geschieht entweder in der Weise, dass reiner, vorgewärmter Schotter in flüssig gemachte Asphaltmasse eingemengt oder letztere in Schotter ausgegossen wird.

Die Stärke der Betonplatte beträgt 10 bis 30 cm, wobei die grössere Stärke hauptsächlich bei schlechtem Untergrunde zu wählen ist.

Nach seiner Fertigstellung wird der Beton mit einer Mörtelschicht geglättet. Bei grösserer Stärke empfiehlt es sich, den Beton in mehreren Schichten aufzubringen und jede Schicht für sich zu dichten. Auch soll man den Beton während des Erhärtens durch eine Lage feuchten Sandes schützen oder mit Wasser besprengen.

Die Vorteile der Betonunterbettung gegenüber allen anderen Unterbettungsarten sind folgende:

1. Sie verhindert das Senken einzelner Stellen des Pflasters, auch, was sonst häufig geschieht, über den im Strassenkörper liegenden Leitungen.
2. Die Herstellungskosten sind nicht wesentlich höher als bei der Schotterunterbettung.
3. Da sich das Pflaster nicht senkt, werden auch die Einsteigeschächte der Kanalisationsleitungen, die Absperrschieber der Gas- und Wasserleitungen und andere aus dem Boden hervorragende Gegenstände keinen verkehrsstörenden Einfluss ausüben können.
4. Bei Reparaturen in der Betondecke, wie sie z. B. durch Aufbruch derselben, um an schadhafte Stellen der Versorgungsleitungen heranzukommen, entstehen, wird die reparierte Stelle genau dieselbe Festigkeit wieder erlangen, wie vorher.

Ausser dem etwas geräuschvolleren Befahren des Pflasters mit fester Decke besteht der Hauptnachteil noch darin, dass man schwer an die unter der Decke liegenden Versorgungsleitungen herankommen kann und dass die aus dieser Veranlassung notwendigen Reparaturen teuer sind. Stellt man ferner noch das wasserdichte Pflaster durch Ausfüllen der Fugen mit wasserundurchlässigem Material her, so wird ein solches Pflaster aus natürlichen Steinen auf Beton sehr teuer.

b) Das Material.

Man unterscheidet folgende Arten natürlicher Gesteine:

1. Kristallinische Gesteine, d. s. solche Gesteine, bei denen die einzelnen Mineralien ohne andere Bindemittel verbunden sind. Je nachdem nun im wesentlichen gleiche oder verschiedenartige Mineralien das Gestein bilden, unterscheiden wir einfache und gemengte kristallinische Gesteine.

2. Vulkanische Gesteine, welche durch Erkaltung flüssiger Masse entstanden sind und

3. Trümmergesteine aus Bruchstücken, vorwiegend der kristallinischen Gesteine entstanden. Hierbei unterscheiden wir lose und feste Gesteine und bezeichnen mit ersteren solche, die lose gehäuft, mit letzteren solche, die nachträglich durch ein Bindemittel verkittet sind.

Das Gefüge der Steine kann körnig sein, d. i., wenn die einzelnen kristallischen Körner deutlich zu erkennen sind. Es kann dicht sein, wenn die

Körner so klein sind, dass sie nicht ohne weiteres erkannt werden können. Es kann blättrig oder schiefrig sein, wenn die einzelnen Bestandteile des Gesteins sich vorwiegend blättrig lagern. Es kann porig sein, wenn die Masse durch viele kleine Hohlräume zerklüftet ist. Es kann glasartig sein, wenn das Gestein ganz oder vorwiegend aus einer amorphen Glasmasse besteht. Es kann faserig sein, wenn die Teile nur nach einer Richtung linienartig ausgebildet sind, oder es kann endlich oolithisch sein, d. i., wenn wir uns in einer dichten Masse lauter Kügelchen schwebend denken.

Für den Strassenbau am wichtigsten sind von den einfach kristallinischen Gesteinen die Kalksteine und zwar der körnige Kalkstein oder Marmor mit grob- bis feinkörnigem Gefüge, der Kohlenkalkstein und manchmal auch der Kies.

Der Kalkstein ist nur selten tauglich, da er leicht glatt und schon bei mäſsiger Belastung splitterig wird. Kalkstein, welchem Ton beigemischt ist und welcher nicht ein ausgesprochen körniges Gefüge hat, ist zur Strassenpflasterung überhaupt nicht zu verwenden.

Dolomit, Gips und Serpentin finden beim Strassenbau keine Verwendung.

Von den gemengt-kristallinischen Gesteinen werden Granit, Diorit und Gabbro am häufigsten verwendet.

Granit ist ein grob- bis feinkörniges Gemenge von Feldspat, Quarz und Glimmer, welchem bisweilen auch Hornblende beigemischt ist. Die Farbe gibt dem Granit meist der Feldspat und seine Härte der Quarz. Der Granit ist von sehr verschiedener Farbe, meist grau, schwarzweiss, blau, fleischfarbig, rot oder grün. Er hat ein hohes spez. Gewicht (2,6 bis 3,0), ist sehr hart und sehr fest.

Zu harter Granit ist als Strassenpflaster wenig geeignet, da er durch die Einwirkung des Verkehrs leicht glatt und dadurch für die Zugtiere gefährlich wird.

Der Granit bildet den wesentlichsten Bestandteil des Urgebirges in den Alpen, ferner kommt er im Harz, in Schlesien (Riesengebirge, Strehlen, Lauban, Striegau), im Fichtelgebirge, dem Thüringerwald, Sachsen, Schwarzwald und den Vogesen vor. In Norddeutschland wird derselbe auch vielfach aus Schweden und Norwegen bezogen.

Diorit besteht aus Feldspat und Hornblende, nebst Quarz, Glimmer, Chlorit usw. Er besitzt körniges Gemenge und kommt u. a. vor im Fichtelgebirge, Sachsen, Harz, Lahn, Hunsrück, Schweden usw. Der Diorit gehört zu den Grünsteinen, ist sehr hart und sehr schwer (spez. Gew. 2,6 bis 3,2).

Gabbro ist körnig gemengt, aus einer Feldspatart mit einem augitähnlichen Material bestehend, von meist grau-grüner Farbe. Er ist ebenfalls sehr hart und kommt u. a. vor in Schlesien, Sachsen, Harz und Eifel.

Von den vulkanischen Gesteinen werden zur Strassenbefestigung vorwiegend der Basalt, Porphyr, Trachyt und die Lava verwandt.

Da die vulkanischen Gesteine eine homogene, geschmolzene Masse bilden, so eignen sie sich sehr gut zur Herstellung von Pflastersteinen.

Basalt, aus Feldspatarten und Magneteisen innig gemengt, hat ein körniges bis dichtes Gefüge und graue, blaue bis schwarze Farbe. Er wird hauptsächlich in kleinem Format viel gebraucht, da er sich unter den Einwirkungen des Ver-

kehrs leicht kugelförmig abnutzt und bei Nässe sehr glatt wird. Er ist sehr schwer (spez. Gewicht 2,9 bis 3,0), sehr hart und fest. Er kommt im Rhöngebirge, Habichtswald, Nassau, Herborn, Odenwald, Rhein, Kaiserstuhl, Sachsen, Schlesien usw. vor.

Porphyr, aus einer meist roten, mitunter auch grauen, aus Feldspat und Quarz bestehenden Grundmasse mit eingesprengten, gewöhnlich helleren Quarz- und Feldspatstückchen bestehend, ist sehr fest und zäh. Am meisten kommt der Feldspatporphyr, ein hell- bis dunkelbraunroter Stein mit einem spez. Gewicht von 2,6, vor. Man gewinnt ihn im Schwarzwald, Odenwald, Thüringen, Sachsen, Schlesien, Vogesen, Tirol, Schweden, Norwegen usw.

Trachyt, kleinkörnig, Grundmasse aus Feldspat mit Hornblende und Glimmer untermischt bestehend, von meist aschgrauer Farbe, wird nur in seinen festen, dichten Sorten verwandt, da die weicheren Arten porig sind und daher leicht verwittern. Man findet ihn hauptsächlich im Siebengebirge.

Lava ist ein in Masse und Farbe sehr verschiedenes, meist jedoch dunkelfarbiges Gestein. Der in Deutschland beim Strassenbau verwendete Lavastein stammt aus der Eifel oder aus Oberhessen und ist meist graublau, selten grünlich, von grosser Härte und ziemlicher Festigkeit. Das spezifische Gewicht ist sehr verschieden.

Von den Trümmergesteinen sind es vorwiegend die Sandsteine und von diesen wieder nur solche mit quarzigen Bindemitteln, welche zur Strassenbefestigung Verwendung finden. Am meisten werden verwandt die Grauwacke, der Kohlen- und der Buntsandstein.

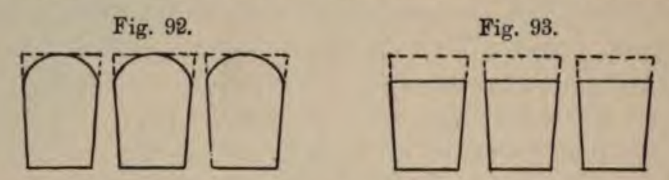
Die Grauwacke ist ein Gemenge von Quarzkörnern, Ton- und Glimmerschieferstückchen, oft auch Glimmer, Feldspatkörner enthaltend, welche durch ein kieselig-toniges Bindemittel mit einander verbunden sind. Meist ist sie in der Farbe grau bis schwärzlich und, wenn sie Eisenoxyd enthält, gelb, rot oder braun. Es ist ein hartes, festes und sehr dauerhaftes Gestein. Man findet es im Fichtelgebirge, Thüringerwald, Harz, Westfalen, Lahn, Rhein, Vogesen usw.

Kohlensandstein, aus Quarzkörnern und Feldspatstücken bestehend, die durch ein toniges, glimmerhaltiges Bindemittel verbunden sind. Der Stein ist hellgrau, gelb bis rötlich gefärbt und von sehr grosser Festigkeit und Härte. Man findet ihn u. a. im Ruhrgebiet, in Westfalen, Gommern, Plötzky und Pretzin bei Magdeburg, in der Rheinpfalz, in Belgien, Böhmen usw.

Der Buntsandstein ist fast immer feinkörnig, aus Quarzsand und einem stark quarzhaltigen, tonigen Bindemittel bestehend, auch vielfach eisenhaltig. Die vorherrschende Farbe ist rot, doch kommt auch weisser, rot und weissgestreifter und grüner Buntsandstein vor. Zum Strassenbau wird nur der quarzreiche, mittel- und feinkörnige Stein verwandt, welcher sehr fest und dauerhaft ist. Der Buntsandstein ist in Deutschland sehr verbreitet: Rheinlande, Spessart, Odenwald, Pfalz, Schwarzwald, Vogesen, Main (Mainsandstein), Werra-, Fulda- und Wesergebirge, Solling, Nebra, Udelfangen usw.

Früher glaubte man eine Strassenbefestigung dann recht gut ausgeführt zu haben, wenn man dazu recht harte Steine verwandte. Bald zeigte es sich jedoch, dass die härtesten Steine unter den Einwirkungen des Verkehrs am leichtesten glatt wurden, und dass durch die Einwirkung der Hufschläge der Zugtiere und

den Stössen der Wagenräder die Kanten abgestossen, die Mitten der Steinflächen zwar glatt, aber nicht wesentlich abgenutzt wurden. Nach verhältnismäfsig kurzer Zeit hatten dann die Steine eines solchen Pflasters eine kugelförmige Form (Fig. 92), wodurch sich das Pflaster immer holperiger befuhr, die Räder beim Aufschlagen auf die Steinmitten ein immer stärker werdendes Geräusch verursachten und bei der ständig zunehmenden Glätte das Begehen immer lästiger und gefährlicher wurde. Aus diesem Grunde sind viele Granite, Basalte, Porphyre, Trachyte usw. nicht gut zur Strassenbefestigung verwendbar.


Fig. 92. Fig. 93.

Die weniger harten Sorten dagegen nutzen sich gleichmäfsiger ab, da nicht nur die Kanten infolge der vorstehend erwähnten Stosskräfte abgestossen, sondern in fast demselben Mafse die übrige Kopffläche des Steines durch die Wagenräder abgeschleift wird (Fig. 93). Da auch die Oberfläche eines weniger harten Steines nicht so glatt wird wie die eines harten, so wird sich ein aus solchen Steinen hergestelltes Pflaster angenehm befahren und begehen.

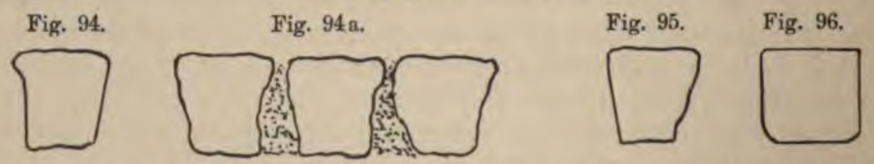
Wählt man jedoch wieder zu weiche Steine, so geht die Abnutzung zu schnell vor sich und die Erhaltungs- bezw. Erneuerungskosten werden zu hoch, was unter allen Umständen zu vermeiden ist.

Man bezeichnet Steine, welche einem Druck von 1200 bis 1800 kg auf ein qm widerstehen, als harte, solche mit einer Druckfestigkeit von 600 bis 1200 kg als mittelharte. Steine unter 600 kg Druckfestigkeit sind meist für die Strassenlasten zu weich und über 1800 kg aus den vorstehend angegebenen Gründen und weil sie in der Bearbeitung zu teuer sind, zu hart. Am empfehlenswertesten sind die mittelharten und nur bei sehr starken Lastdrucken die harten Steine.

Die Pflastersteine, wie sie bei der Strassenbefestigung Verwendung finden, weisen drei verschiedene Formen auf:

1. Findlinge. Dieselben können ohne weiteres zu Pflastersteinen verwendet werden, höchstens werden sie einmal gespalten. Man findet sie als Fahrbahnbefestigung jetzt wohl nur noch in kleinen, verkehrsschwachen Städten. Da sie ausserdem, will man das Pflaster einigermafsen in Ordnung halten, fortwährender Ausbesserungen bedürfen, sind sie durchaus kein billiges Strassenbefestigungsmittel.

2. Kopfsteine (Fig. 94). Dieselben besitzen eine unregelmäfsige Form und sind daher nur zur Pflasterung ganz untergeordneter Strassen, namentlich

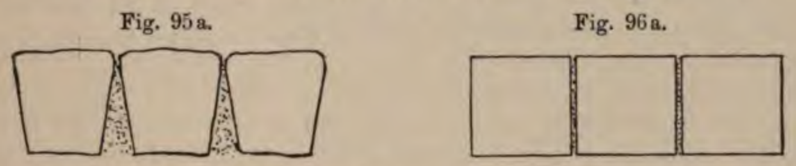

Fig. 94. Fig. 94a. Fig. 95. Fig. 96.

in kleinen Städten und ausserdem zur provisorischen Strassenbefestigung geeignet. Sie geben ein äusserst mangelhaftes, sich schlecht befahrendes Pflaster (Fig. 94a),

kippen leicht und erfordern hohe Reparaturkosten, da die Ausbesserungen, ebenso wie beim Findlingspflaster, eigentlich nie aufhören.

3. Reihensteine (Fig. 95 und 96). Bei den Steinen nach Fig. 95 soll die Fussfläche wenigstens $^3/_4$ bis $^4/_5$ der Kopffläche betragen und die senkrechte Fläche 3 bis 10 cm hoch sein. Diese Steine haben gegenüber den Kopfsteinen den Vorteil, dass man sie dicht aneinanderschieben kann, also enge Fugen (Fig. 95a) erhält, wodurch verhindert wird, dass die Kopffläche der Steine die bereits erwähnte Kugelform erhält.

Die Grundrissform der Steine ist gewöhnlich ein Rechteck. Die besten Reihensteine sind die Würfelsteine (Fig. 96). Sie besitzen quadratische oder


Fig. 95a. Fig. 96a.

rechteckige Grundrissform, können ebenfalls mit engen Fugen (Fig. 96a) versetzt und, da alle Seiten mehr oder weniger glatt bearbeitet sind, wiederholt benutzt werden. Ihre Wiederverwendungsfähigkeit geht sogar soweit, dass sie zum Schluss noch in untergeordneten Strassen zu Kopfsteinpflaster verwendet werden können. Durch diese vielfache Wiederbenutzungsmöglichkeit rechtfertigt sich auch ein höherer Anschaffungspreis für das Material.

Bei sehr hartem Steinmaterial ist übrigens die Wiederverwendung eine beschränkte, da infolge der Kugelform der Oberfläche die Steine kein gutes Auflager erhalten können.

Reihen- und Würfelsteine sollen beim Auf- und Abladen nicht geworfen, sondern von Hand zu Hand gereicht werden.

Je grösser ein Stein ist, umso fester steht er zwar, umso unsicherer werden aber auch die Zugtiere, deren Hufe in den Fugen Halt finden, über ihn laufen.

Je grösser die Breite b (Fig. 97) des Steines ist, umso grösser ist die Gefahr der Stosswirkung eines Rades für das kugelförmige Abschleifen der Steine und das Unangenehme des holperigen Fahrens, da die Pfeilhöhe des Bogens zwischen den beiden Berührungspunkten und Winkel α mit b wächst.

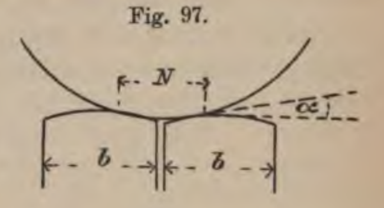


Fig. 97.

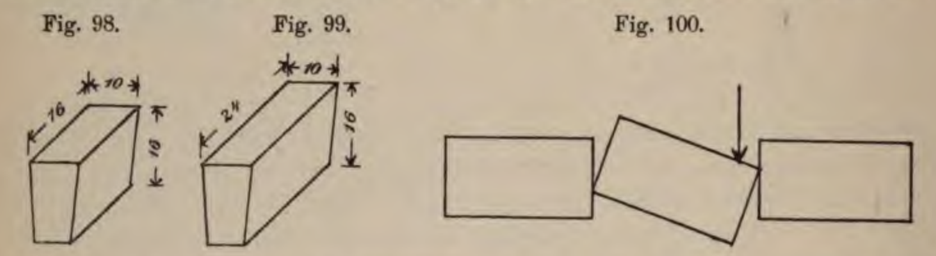
Es empfiehlt sich daher, namentlich für ansteigende Strassen, die Breite b möglichst klein zu wählen, dagegen die Länge und die Höhe der Steine möglichst gross. Natürlich dürfen die Abmessungen von Länge und Höhe nicht so gross sein, dass dadurch die Steine unhandlich werden. Auch zwischen hartem und weniger hartem Material hat man hierbei zu unterscheiden und dem ersteren kleinere, dem letzteren grössere Abmessungen zu geben. Namentlich empfiehlt es sich, den Steinen aus weniger hartem Material eine grössere Höhe zu geben, um zu verhindern, dass durch zu schnelles Abschleifen der Oberfläche (Fig. 93) eine baldige Erneuerung des Pflasters notwendig ist.

Nach „Loewe, Der Strassenbau" haben sich eine grössere Anzahl rheinischer Städte zusammen verbunden, um ein „Normalformat" für Pflastersteine einzuführen. Diese Normal-Pflastersteine besitzen eine Länge von 16, eine Breite von 10 und eine Höhe von 16 cm (Fig. 98). Ausserdem kommen noch Binder von gleicher Breite und Höhe, aber einer Länge von 24 cm (Fig. 99) vor. Für weicheres Material werden grössere Abmessungen vorgeschlagen und zwar Breite bis zu 15, Länge bis zu 24 und Höhe bis zu 20 cm.

Nach „Genzmer, Die städtischen Strassen" soll, abgesehen von Bindersteinen, die Länge 24 cm nicht überschreiten, weil dann einzelne Steine leicht unter der Einwirkung starker Einzeldrucke hochkippen können (Fig. 100).

Die Grundrissform des Steines soll abhängig gemacht werden von dem Raddruck, der Steigung der Strasse und der Härte des Materials; d. h. es soll

Fig. 98. Fig. 99. Fig. 100.



mit der Zunahme dieser vom Quadrat mehr und mehr zum schmalen Rechteck übergehen.

Das vorerwähnte Normalformat ist bis jetzt noch nicht durchweg eingeführt, vielmehr sind vorwiegend folgende verschiedene Steinabmessungen im Gebrauch*):

a) Grosse Würfel: . . . . 17 bis 20 cm gross
b) Kleine „ : . . . . 13 „ 16 „ „
c) Rechteckige Prismen: 8 bis 16 cm breit, 12 bis 25 cm lang, 13 „ 21 „ hoch
d) Pariser Format: b : l : h = 10 : 16 : 16 cm
e) Londoner „ : b : l : h = 7 bis 9 : 15 bis 38 : 15 bis 23 cm.

Allgemein dürfte sich je nach Härte, Raddruck und Steigung empfehlen: b = 8 bis 18 cm; l = b bis $2^1/_2$ b und h = 15 bis 20 cm.

Professor Dietrich empfiehlt je nach der Druckfestigkeit des Materials folgende Abmessungen einzuführen:

Druckfestigkeit in kg auf 1 qcm	b cm	l cm	h cm
$>$ 1200	10	22,5	15
800 — 1200	10	22,5	20
$<$ 800	12 — 18	18 — 25	18 — 20

Für besondere Fälle lässt das rheinische Normalformat auch Ausnahmen zu und zwar gibt es „grosse Steine" von b : l : h = 12 : 18 : 16 und „kleine Steine" von 8 : 16 : 16 cm Grösse.

*) Nach „Baumeister, Städtisches Strassenwesen und Strassenreinigung. Verlag der Deutschen Bauzeitung, Berlin 1890.

Sollen Fusswege mit Würfeln gepflastert werden, so haben sie die gleichmäſsigen Abmessungen von 8 bis 12 cm oder b : l : h = 10 : 10 : 7 oder 12 : 12 : 9 oder 14 : 14 : 11 cm.

Selbstredend werden bei allen angegebenen Abmessungen auch sogenannte „Anfänger“ angefertigt, welche die Breite und Höhe der übrigen Steine, aber die 1½ fache Länge derselben besitzen.

c) Die Ausführung der Pflasterarbeiten.

Man unterscheidet:

1. Rauhes Pflaster.

Dasselbe besteht aus runden Kieseln (Findlingen), welche mitunter einmal gespalten werden. Es zeigt in der Aufsicht eine vollständig unregelmäſsige zyklopenmauerartige Form (Fig. 101) und wird nur da verwandt, wo die Herbeischaffung von Kopfsteinen unverhältnismäſsige Kosten verursacht, welche in gar keinem Verhältnis zu dem auf der Strasse stattfindenden Verkehr stehen. Man findet das Pflaster also hauptsächlich in den Strassen kleiner Städte und den Nebenstrassen grösserer, wo sie auch mitunter zur provisorischen Befestigung verwandt werden. In jedem Fall ist es zweckmäſsig, die Seitenflächen der Steine etwas zu bearbeiten, damit zwischen den einzelnen Steinen die Zwischenräume (Fugen) nicht zu gross werden und ihnen ferner eine etwas ebene Oberfläche zu geben.

Fig. 101.

Es dürfen nur möglichst gleichgrosse Steine verwandt werden, weshalb ein Auslesen der Pflastersteine vor ihrer Verwendung notwendig ist.

Ein Auszwicken der Fugen mit Steinstücken oder kleineren Kieseln ist nicht gestattet, da diese lose werden und dann durch den Raddruck sofort in die Unterbettung eingedrückt werden.

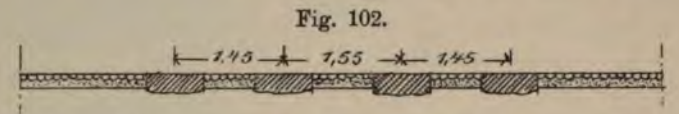
Zur Verwendung gelangen gewöhnlich runde Steine von 6 bis 20 cm Durchmesser, welche auf eine Sandunterbettung von 15 bis 20 cm Stärke in Sand gesetzt, mit dem Hammer festgeschlagen und dann festgerammt werden. Besondere Sorgfalt ist auf die ordnungsmässige Ausfüllung der Fugen mit Sand zu verwenden; auch ist nach dem erstmaligen Abrammen eine dünne Schicht Sand aufzubringen, mit Wasser zu besprengen und in die Fugen, welche durch das Rammen wieder offen geworden sind, einzufegen. Ebenso wird nach dem zweiten Abrammen eine etwa 1,5 bis 2 cm starke Sandschicht aufgestreut. Da durch das Rammen ein Zusammenpressen auch der Unterbettung stattfindet, so müssen die Pflastersteine mit Ueberhöhung versetzt werden. Die Ueberhöhung richtet sich nach der Zusammendrückbarkeit des Unterbettungsmaterials und soll wenigstens 8 cm betragen.

Der Nachteil des rauhen Pflasters besteht darin, dass die Steine bei schwerem Verkehr sich ungleich setzen, so dass die Fahrbahn bald eine unebene Fläche bildet, die schlecht zu befahren und zu begehen ist und in deren Vertiefungen sich Schmutzwasser bildet, welches nach und nach in den Boden eindringt und diesen verunreinigt.

Das Pflaster erfordert zur ordnungsmässigen Ableitung des Niederschlagswassers ein starkes Quergefälle (5 Proz.).

In italienischen Städten findet man dieses Pflaster häufig in Verbindung mit besonderen Fahrstreifen für den Fuhrwerksverkehr (Fig. 102). Diese Fahrstreifen bestehen aus Granitplatten von 0,75 m Breite und 0,20 m Stärke und liegen von Mitte zu Mitte der Spurweite der Fuhrwerke entsprechend, auseinander.

Fig. 102.



Ueber die Verstärkung der Fahrbahn unter den Strassenbahnschienen, sowie über den Anschluss des Pflasters an diese, gilt dasselbe, was nachstehend bei dem Reihenpflaster gesagt ist.

Die Abnahme der angelieferten Steine erfolgt gewöhnlich in aufgesetzten Haufen nach Kubikmetern, wobei für die Zwischenräume gewöhnlich ein Zuschlag bis zu 20 Proz. gerechnet wird.

2. Das Reihenpflaster.

Je nach der Form der zur Verwendung gelangenden Steine unterscheidet man;

a) Das Kopfsteinpflaster und
b) das Würfelsteinpflaster.

a) Das Kopfsteinpflaster.

Da die Ausführung des Kopfsteinpflasters der des Würfelsteinpflasters entspricht, so gilt alles, was hierüber beim Würfelsteinpflaster gesagt wird, auch für das Kopfsteinpflaster.

Nachdem sich herausgestellt hat, dass namentlich bei härteren Materialien die mehrfache Verwendbarkeit desselben Würfels durch Umkehren sehr beschränkt ist und sich eigentlich nur auf die Unterfläche erstreckt, gelangt, des billigeren Materialpreises und der auch bei starkem Verkehr guten Haltbarkeit wegen, in neuerer Zeit das Kopfsteinpflaster wieder mehr in Aufnahme.

b) Das Würfelsteinpflaster.

Die Reihen liegen entweder senkrecht (Fig. 103) oder schräg unter 45° geneigt (Fig. 104) zur Strassenachse. In beiden Fällen sind als Anfänger Binder nötig (in den Figuren 103 und 104 gestrichelt), welche im ersteren Falle die gleiche Form wie die übrigen Steine haben und nur $1^1/_2$ mal so lang als diese sind, während sie im letzteren Falle nach der in Fig. 104 angegebenen Form bearbeitet werden müssen.

Fig. 103.

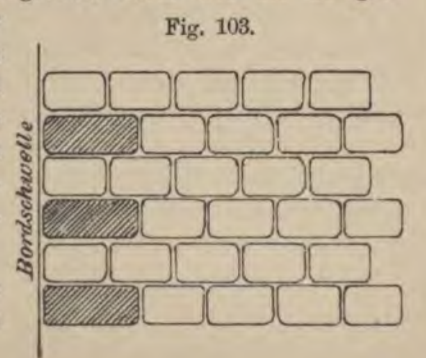
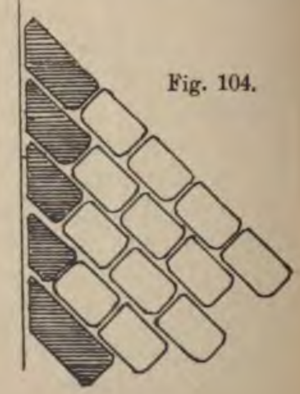


Fig. 104.



Die geneigten Reihen bieten folgende Vorteile:

1. Beim Uebergang der Räder über die Fugen werden die Kanten der Steine mehr geschont, da die Räder nur allmählich von einem Stein auf den anderen übergehen, das Schlagen der Räder auf die Kanten also vermindert wird.
2. Die Zugtiere finden in den Fugen der Steine leichten Halt.

Man kann entweder die schrägen Reihen über die ganze Breite der Strasse fortführen (Fig. 105) oder die Reihen von der Mitte nach beiden Seiten, dem Aehrenverband entsprechend, neigen (Fig. 106).

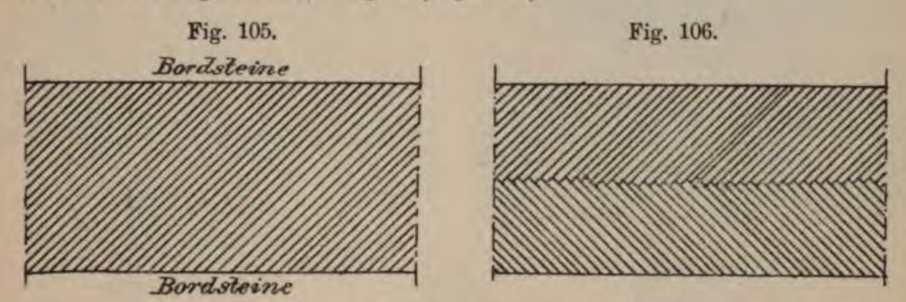


Fig. 105. Fig. 106.

Der Nachteil der Schrägreihen beruht hauptsächlich darin, dass sie, wie Fig. 104 zeigt, besonderer Anfängersteine, auch Schmiegsteine genannt, bedürfen, wodurch die Pflasterarbeit wesentlich verteuert wird.

Manchmal wird auch das Pflaster innerhalb der Strassenbahngeleise und zwischen denselben mit geraden Reihen gepflastert, der übrige Fahrweg aber mit schrägen Steinen (Fig. 107).

In stark gekrümmten Strassen werden die einzelnen Reihen stets senkrecht zur Strassenachse angeordnet (Fig. 108).

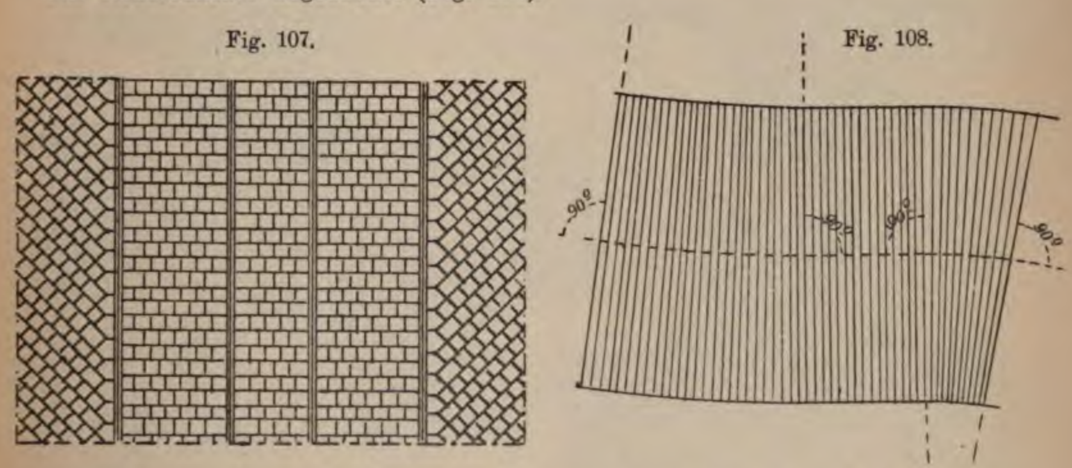


Fig. 107. Fig. 108.

Die Anordnung der Reihen bei Strasseneinmündungen und Strassenkreuzungen ist stets in der Weise vorzunehmen, dass sie möglichst senkrecht zur Verkehrsrichtung liegen (Fig. 109) und dass der Verhau der Steine auf das geringste Mafs beschränkt wird. Zum Verhau sollen stets die Bindersteine benutzt werden.

Bei Strassen mit schrägen Reihen nach Fig. 110 ergibt sich ohne weiteres die Anordnung der Reihen bei einer Strassenkreuzung oder Einmündung, wobei

der Bedingung so ziemlich entsprochen wird, dass die Wagenräder die Steine möglichst senkrecht treffen. Bei Anordnung der Schrägreihen nach Fig. 111 wird diese Bedingung nur teilweise erfüllt.

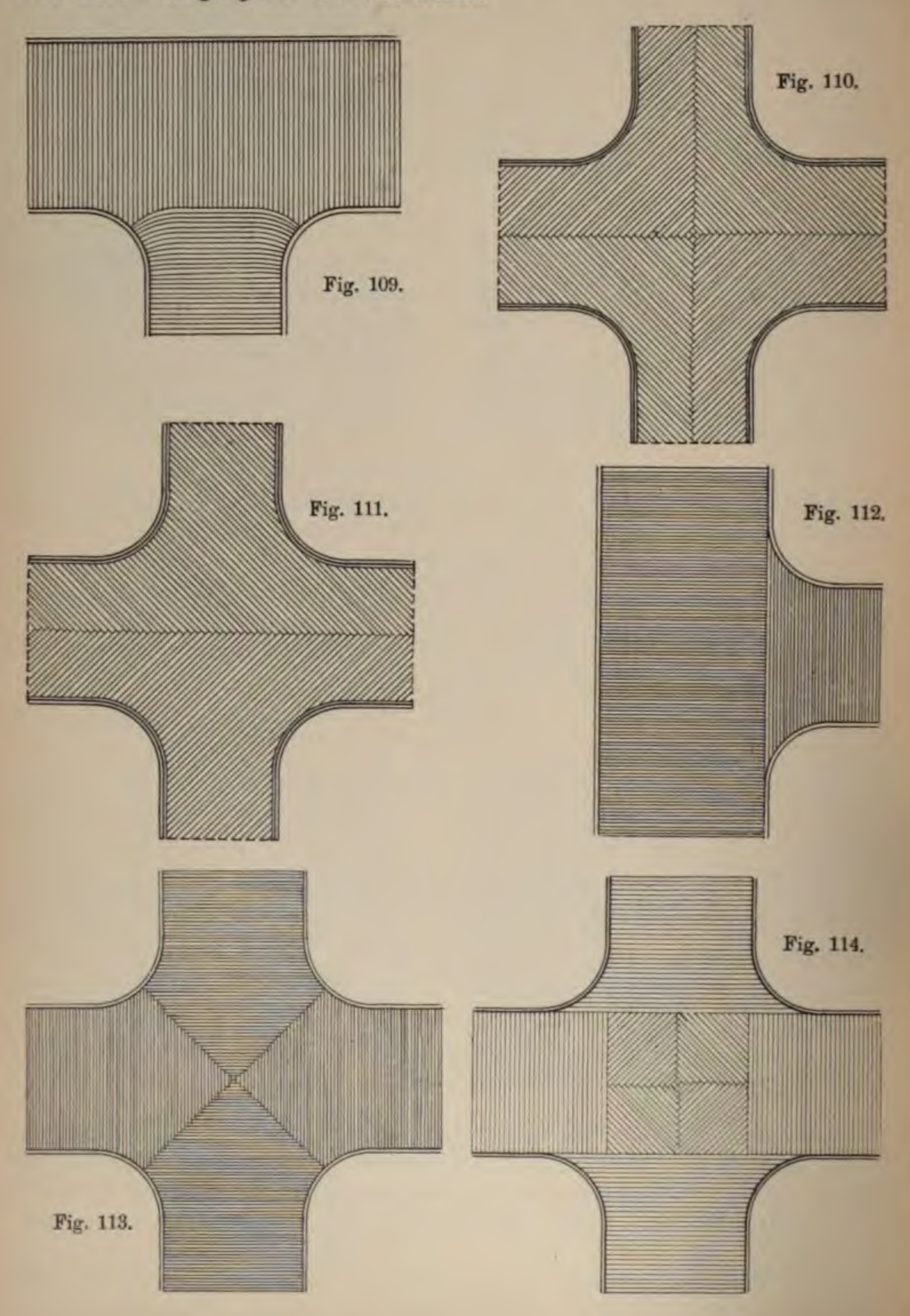
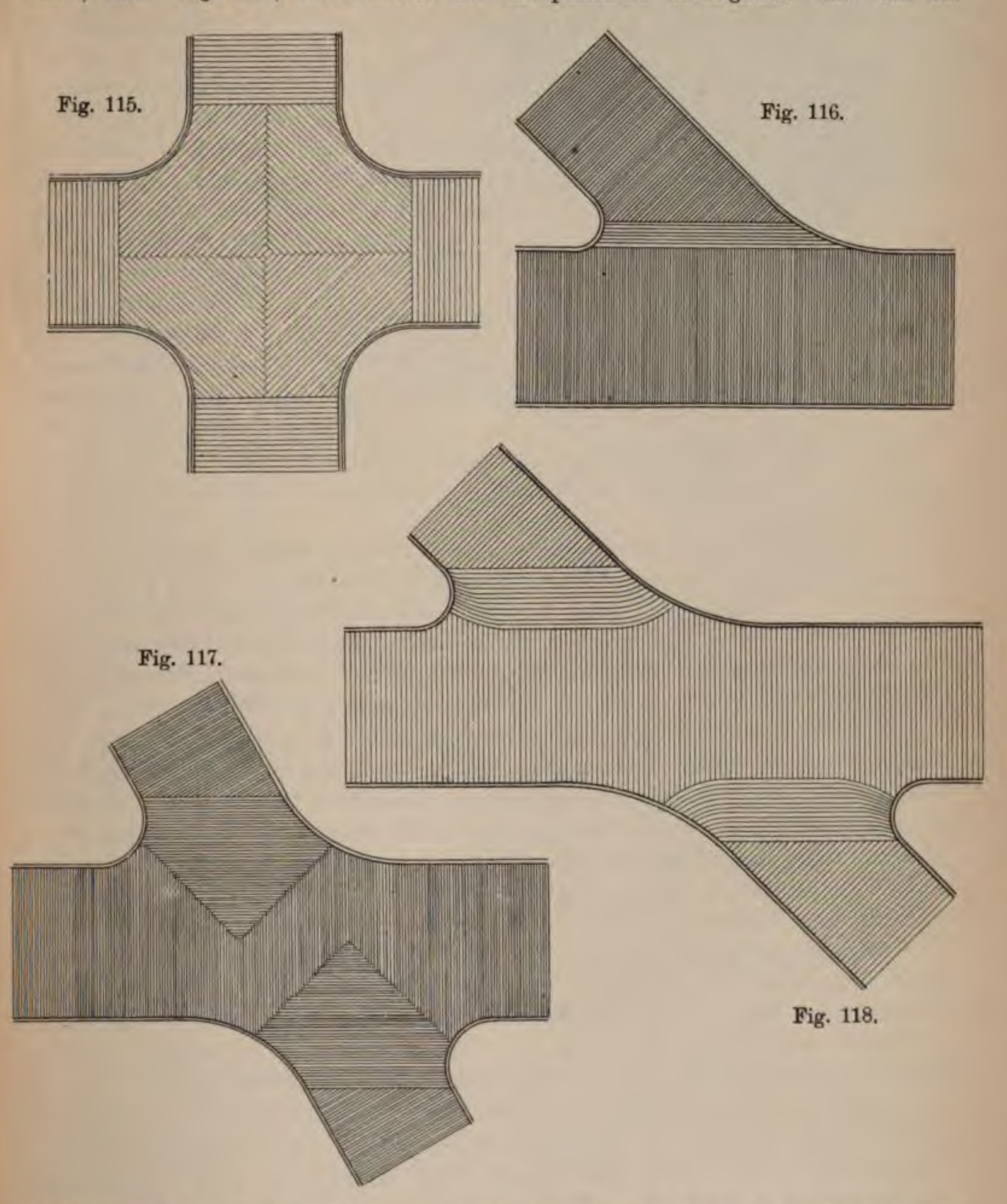


Fig. 109. Fig. 110. Fig. 111. Fig. 112. Fig. 113. Fig. 114.

Bei Strassen mit geraden Reihen, welche sich rechtwinkelig kreuzen, lässt man, nach Fig. 112, das Pflaster der Hauptstrasse durchgehen und das der


Fig. 115. Fig. 116. Fig. 117. Fig. 118.

Nebenstrasse stumpf anschliessen, wodurch zwar ein Verhau der Steine nicht vorkommt, aber auch die Wagenräder nie die Steine senkrecht überfahren. Besser wird die letztere Bedingung schon bei Anordnung der Reihen nach Fig. 109 erfüllt.

Fig. 113 zeigt eine andere Art der Anordnung von geraden Reihen bei Strassenkreuzungen.

Um möglichst wenig Verhau zu haben, kann man auch die in den Figuren 114 und 115 dargestellten Reihen anordnen.

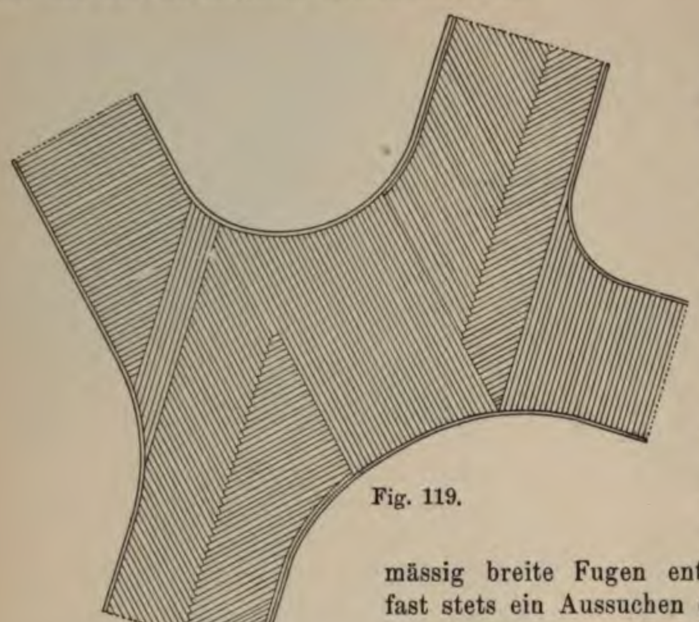


Fig. 119.

Die Ausführung der Reihen in sich schiefwinkelig kreuzenden Strassen ist ungemein schwierig und wird gewöhnlich nach einer der in den Figuren 116 bis 119*) angegebenen Arten durchgeführt.

Besondere Sorgfalt ist darauf zu verwenden, dass in derselben Reihe stets Steine von gleicher Breite verwandt werden, damit gleichmässig breite Fugen entstehen. Es ist daher fast stets ein Aussuchen der Steine erforderlich.

Verwendet man aus Sparsamkeitsrücksichten zu den Fahrdämmen geringes Pflaster, so wird man doch zu den Uebergängen für die Fussgänger das beste Pflastermaterial wählen, um das Ueberschreiten des Dammes möglichst angenehm zu machen.

Die Pflasterung geschieht in der Weise, dass, nachdem zuerst die Bordsteine zu beiden Seiten der Fahrbahn verlegt und der Grundbaukasten oder das Kofferbett durch Ausheben und Planieren des Bodens hergestellt ist, die Steine in die Sandschicht der Unterbettung, welche zu unterst aus einer 20 bis 25 cm starken Lage grobem Kies und darauf lagernder, etwa 10 cm starker Sandschicht besteht, satt versetzt, gleichzeitig die Fugen mit Sand gefüllt und die Steine dann mit dem Hammer satt an die bereits liegende Reihe angetrieben, so dass die Fugen möglichst eng werden. Die Fugen müssen so eng wie möglich sein, damit die gegenseitige Reibung der Steine vermehrt wird, möglichst wenig Wasser in die Fugen dringt und die Abnutzung des Steins durch die Stosskraft der Räder tunlichst vermindert wird. Ferner ist darauf zu achten, dass die Steine im Verband stehen und die Richtung der Reihen gerade ist.

Die Form der gewölbten Oberfläche muss genau innegehalten werden.

Die Steine werden bei Sandunterbettung etwa 3 bis 6 cm höher gesetzt — Rammschlag genannt — als das Pflaster später liegen soll. Diese Ueberhöhung wird durch das Rammen bis auf etwa 1,5 cm zusammengedrückt, den Rest besorgt der Verkehr.

Auf Packlage werden die Steine nur 1 bis 3 cm überhöht und auf Beton weder überhöht noch gerammt.

*) Die Figuren 103, 104, 106, 108, 109, 112, 113, 117, 118, 119 sind aus „E. Genzmer, Die städtischen Strassen", Verlag von A. Kröner, Stuttgart, entnommen.

Die Reihen werden nicht sofort hintereinander fertig gesetzt, sondern es werden zunächst alle 1,5 bis 2 m „Fluchtsteine“ mit Schnur und Wage in der richtigen Lage und Höhe versetzt, welche dann den übrigen Steinen als Lehre dienen.

Fig. 120.

Das Versetzen der Steine geschieht mit dem in Fig. 120 abgebildeten Setzhammer.

Um zu verhindern, dass zur Sandbettung der ausgehobene Boden mit verwandt wird, muss die Arbeit des Auskofferns von der des Einbringens der Kies- und Sandschicht in der Weise räumlich getrennt werden, dass erst das Kofferbett auf eine längere Strecke fertig gestellt ist, ehe mit dem Einbringen der Kiesschicht begonnen wird.

Die Rammen sind, je nachdem sie von einem, zwei, drei oder vier Arbeitern bedient werden, einmännig, zweimännig, dreimännig oder viermännig. Das Gewicht einer einmännigen Ramme beträgt gewöhnlich 15 bis 35 kg, das einer Viermännerramme 50 kg.

Fig. 121.

Am verbreitetsten und zweckmässigsten ist die Einmännerramme, wie sie in Fig. 121 abgebildet ist und welche etwa 25 bis 30 kg wiegt.

Das Rammen muss sehr vorsichtig geschehen und es muss namentlich darauf geachtet werden, dass jeder einzelne Stein in der Mitte und nicht an den Kanten getroffen wird, weil sonst selbst gute Steine zerspringen. Auch muss das Rammen unter fortwährendem Annässen des Pflasters geschehen, damit der Sand möglichst in die Fugen eindringt.

Gewöhnlich muss jeder Stein dreimal gerammt werden, bis er die richtige Höhe hat, was dadurch kontrolliert wird, dass nach jedem Rammschlag, etwa alle 3 bis 4 m, eine Schicht zunächst in der ursprünglichen Höhe stehen bleibt (Fig. 122) und erst, nachdem das Rammen auf der betreffenden Strecke fertig ist, nachgerammt wird.

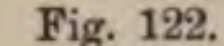
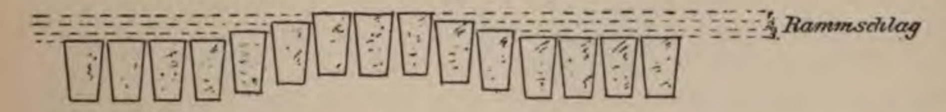


Fig. 122.



Nach dem Abrammen ist das Pflaster fertig, wird abgenommen und darauf mit einer 1 bis 2 cm starken Sandschicht bedeckt. Diese Sandschicht hat den Zweck, die durch die Erschütterungen des Verkehrs wieder hohl werdenden Fugen auszufüllen; sie muss aus diesem Grunde auch stets feucht erhalten werden. Mitunter, namentlich bei starkem Verkehr, wird auch die Sandschicht mehrere Male heruntergefegt und durch eine neue ersetzt.

Bei Strassen mit starkem Längsgefälle beginnt man mit dem Pflastern am unteren (tiefsten) Ende der Strasse und pflastert den Berg hinauf, weil man dann eine ebenere Strassenfläche erhält wie umgekehrt.

An Stelle der Sandausfüllung der Fugen wird auch, und zwar bei harter Unterbettung (Beton), um ein wasserundurchlässiges Pflaster zu erhalten, stets

Zementmörtel oder Asphalt angewandt, wie aus den Figuren 90 und 91 ersichtlich ist.

Bei Sandunterbettung empfiehlt sich das Ausgiessen der Fugen mit Mörtel oder Asphalt nicht, während die Nützlichkeit des Ausgiessens bei Packlagenunterbettung noch vielfach bestritten wird.

Zu empfehlen ist das Ausgiessen der Fugen bei Droschkenhalteplätzen und man sollte an diesen Stellen auch feste Unterbettung wählen.

Das Eingiessen des Mörtels in die Fugen erfolgt, nachdem das Pflaster dreimal abgerammt ist. Die Fugen werden dann zunächst mit dem Kratzeisen oder durch Ausspritzen bis zur halben Tiefe gereinigt, mit Wasser angefeuchtet und der Mörtel hineingegossen. Vorsichtiges, leichtes Rammen befördert das Setzen des Mörtels.

Zum Ausgiessen der Fugen mit Asphalt wird Goudron verwandt, wobei eine geringe Beimischung von Teerprodukten nicht nachteilig ist. Auch hierbei muss das Pflaster erst fertig gerammt und wie vor gereinigt sein. Die Fugen müssen aber vollständig trocken sein, da an nassen Flächen die Masse spröde wird und an den Steinflächen nicht haftet. Man nennt dies „Abschrecken".

Das Ausfugen mit Asphalt sollte nur vorgenommen werden, wenn die Steine durch die Sonnenwärme etwas angewärmt sind und es sollte bei dem geringsten Regenfall sofort aufgehört werden.

Fig. 123.



Das Ausgiessen geschieht gewöhnlich mit einer Kanne, ähnlich der in Fig. 123, wie sie beispielsweise von der deutschen Asphalt-Aktien-Gesellschaft in Hannover verwandt wird.

Am besten ist es, an einer möglichst breiten Stelle der Fugen die Masse, welche sich innerhalb der Fugen schnell verteilt, so lange einzugiessen, bis sie oben übertritt. Da die Masse sackt, so ist nach einiger Zeit ein Nachgiessen vorzunehmen.

Die Vorteile des Ausgiessens der Fugen gegenüber dem Ausfüllen derselben mit Sand sind darin zu sehen, dass Pflastersenkungen seltener eintreten, dass die Sandabdeckung des fertigen Pflasters fortfallen kann und dass dem Rundwerden der Steine durch die Räder der Fuhrwerke vorgebeugt wird.

Das Ausfugen mit Zement- oder Trassmörtel besitzt zwar den Vorteil des festen Zusammenhaltens der Pflastersteine, aber auch den Nachteil, dass die Pflasterdecke unelastisch wird, sich dadurch hart und geräuschvoller befährt und dass aus ersterem Grunde die einzelnen Steine durch den Verkehr leichter zerstört werden. Da mit Mörtel ausgefugtes Pflaster erst nach 8 bis 14 Tagen befahren werden kann, so ist die dadurch bedingte längere Sperrung der Strasse für den Verkehr oft auch als Nachteil anzusehen.

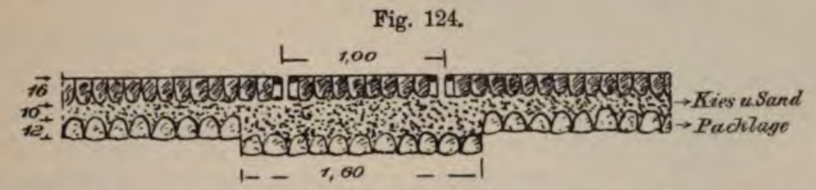
Pflaster mit Asphaltfugenausguss besitzt diese Nachteile nicht; die Decke bleibt elastisch und kann sofort nach dem zweiten Nachgiessen dem Verkehr übergeben werden.

Liegen Strassenbahnschienen im Pflaster, so ist der Grundbau ebenso zu behandeln, wie bei Steinschlagstrassen.

Die Schienen müssen so hoch sein, dass ihr Fuss von den Steinen nicht berührt wird oder aber der Schienenfuss soll nicht breiter sein als der Schienen-

kopf (Fig. 124). Der Anschluss des Pflasters an die Schiene mittels besonders bearbeiteter Steine ist zu verwerfen. Der Schienenhals wird mit Sand, Kies oder Beton ausgefüllt, wenn man es nicht vorzieht, besonders geformte Ziegelsteine (Fig. 125), welche in Mörtel gebettet werden, zu verwenden. Fig. 126 zeigt den

Fig. 124.



Unterbau der Strassenbahn in Zürich. Der Schienenfuss ruht auf einer Schotterschicht, welche wiederum auf einem Klotz von Trockenmauerwerk von 0,50 m Breite und 0,25 m Stärke lagert.

In Köln liegen die Schienen auf einem Betonklotz von 0,50 m Breite und 0,25 m Höhe (Fig. 127), aus einer Mischung von 1 Teil Zement, 2,5 Teilen Sand und 6 Teilen Kies hergestellt. Die seitlichen Hohlräume zwischen Pflaster und Schienenweg werden mit einem aus je einem Teil Zement und Trass und vier Teilen Sand hergestellten Mörtel ausgefüllt.

Fig. 125.

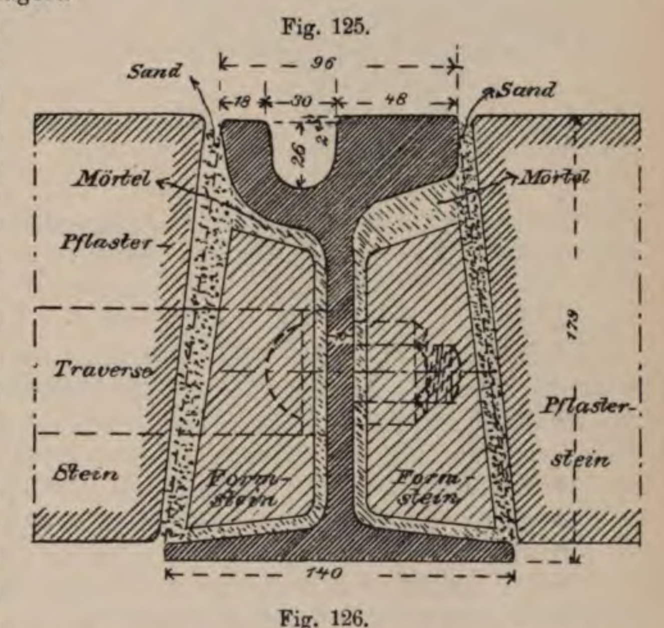


Fig. 126.

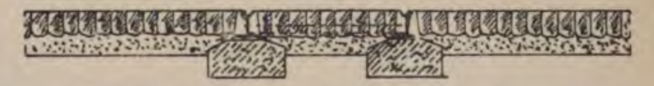


Fig. 127.

Da durch die Schienen der Fahrweg in einzelne Streifen zerlegt wird, so kann man bei der Pflasterung wie Fig. 107 zeigt, jeden Streifen für sich behandeln, wobei die Richtung der Fugen zwischen den Gleisen nie schräg, sondern senkrecht zur Strassenbahnachse sein muss.

Da die Verbindung der Schienen durch sogenannte Traversen (Fig. 125) geschieht, so ist bei Anordnung der Reihen zwischen den Schienen darauf Rücksicht zu nehmen, dass die Traverse stets in die Fuge zwischen zwei Steinreihen fällt.

Ausführliches über den Bau der Strassenbahnen findet sich im Band „Eisenbahnbau von Kurt Strohmeyer“ des Handbuches des Bauingenieurs.

Um an Baukosten zu sparen, findet man manchmal in den Strassen gemischte Befestigung, indem ein Teil des Fahrdammes gepflastert und ein Teil chaussiert ist und zwar kann der chaussierte Teil entweder in der Mitte (Fig. 128)

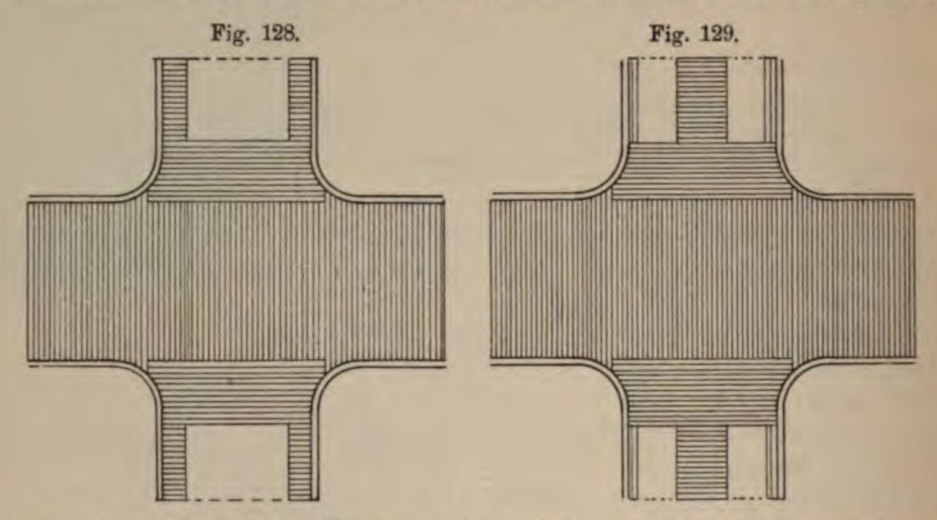


Fig. 128. Fig. 129.

oder an den Seiten (Fig. 129) liegen, je nachdem der Durchgangsverkehr vorwiegend ein leichter oder ein schwerer ist.

d) Die Unterhaltung des Pflasters.

Es ist nicht ratsam, einzelne versackte Steine herauszunehmen und von neuem zu versetzen, vielmehr soll man das Pflaster in möglichst breiten Streifen umlegen, wobei nicht brauchbare Steine auszuwechseln sind. Ausnahmsweise können einzelne durch die Einwirkungen des Verkehrs zersprungene Steine ausgewechselt werden, wenn die Auswechslung sehr sorgfältig geschieht.

Je nach der Stärke des Verkehrs, der Güte des Pflastermaterials und der Ausführung beträgt die Dauer eines gepflasterten Fahrdammes etwa 15 bis 20 Jahre. Nach dieser Zeit ist ein vollständiges Umlegen unter Zuschuss neuen Materials und nach zwei- bis dreimaligem Umlegen eine vollständige Erneuerung der Strassenbefestigung notwendig.

Das Umlegen erfolgt zweckmäfsig streckenweise alljährlich, um die Kosten hierfür auf jedes Jahr gleichmäfsig verteilen zu können. Ebenso soll beim Umlegen nicht altes und neues Material durcheinander verpflastert, sondern beides getrennt verwandt werden.

e) Die Bau- und Unterhaltungskosten.

Es kostet ein qm Sandunterbettung etwa 0,35 bis 0,50 Mark; ein qm Betonunterbettung 4 bis 5 Mark; ein qm Pflaster je nach Güte und Transportkosten des Materials 8 bis 12 Mark. Für das Ausgiessen der Fugen rechnet man durchschnittlich 1 Mark für das qm.

Für Unterhaltung des Pflasters kann man durchschnittlich, je nach Ausführung und Verkehr, 0,15 bis 1 Mark für ein qm und Jahr rechnen.

Nach „Baumeister, Städtisches Strassenwesen. Berlin 1890" betragen die Neubau- und Unterhaltungskosten für:

Reihenpflaster I. Klasse	auf Chaussier. od. Beton	10—26	Mark,	bzw.	0,20—0,40	Mark
desgl. II.	„ „ Kies oder Sand	4—20	„	„	0,20—1,00	„
desgl. III.	„ „ „ „ „	2—14	„	„	0,10—0,50	„

3. Pflaster aus künstlichen Steinen.

a) Klinkerpflaster.

Ausser dem Normalformat werden auch, namentlich in Nordwestdeutschland, sogenannte Oldenburger Klinker verwandt. Dieselben haben eine Länge von 23 cm, eine Dicke von 5 cm und eine Breite von 11 cm.

Besondere Sorgfalt ist auf die Herstellung der Unterbettung, welche fast stets aus Sand besteht, zu verwenden. Schon das Planum wird nach dem Quer- und Längsgefälle, welches die Strasse erhalten soll, angelegt und gehörig festgewalzt. Darauf wird eine 30 bis 40 cm starke Sandschicht aufgebracht, diese tüchtig gewässert und mit Rammen und Walzen so kräftig wie nur möglich gedichtet. Nun wird diese feste Masse mit der Schablone nach dem Quergefälle hergerichtet und darauf die Klinker hochkantig und ohne Sand mit ganz engen Fugen versetzt. Die Reihen gehen entweder senkrecht zur Strassenachse oder sie werden schräg unter 45 ° gegen diese versetzt oder man pflastert den Aehrenverband.

Bei Ueberfahrten oder Strassenkrümmungen werden entweder besondere Keilsteine verwandt, damit die Wagenräder möglichst senkrecht über die Steine gehen, oder man pflastert diese Stellen mit natürlichen Steinen, was aber nicht zu empfehlen ist.

Ist die Pflasterarbeit fertig, so wird über die Klinker Sand geworfen, welcher tüchtig in die Fugen eingeschwemmt und eingefegt wird. An Stelle der Sandfüllung wird auch manchmal flüssige Asphaltmasse in die Fugen gegossen, mit welcher auch die Oberfläche gestrichen werden kann.

Das Pflaster darf nicht gerammt werden; es findet daher beim Versetzen der Steine keine Ueberhöhung derselben statt, wie bei der Pflasterung natürlicher Steine auf Sandbettung.

Auf das fertige Pflaster wird eine etwa 2 cm starke Decke von grobem Sand gebracht, festgewalzt und mitunter auch dauernd erhalten. Das letztere ist aber, der Staubbildung wegen, nicht zu empfehlen und weder für die Annehmlichkeit des Verkehrs noch für die bessere Erhaltung des Pflasters notwendig.

Die Sicherung des Bürgersteiges geschieht wieder durch Bordsteine, welche, da sie gleichzeitig als Stützen für das Klinkerpflaster dienen, möglichst tief in die Unterbettung eingreifen müssen (Fig. 130). In Vorstadtstrassen und in den landhausmäfsig bebauten Strassen an der Peripherie grösserer Städte findet man

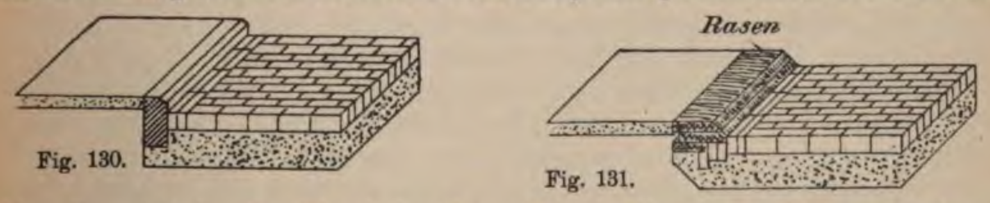


Fig. 130. Fig. 131.

bisweilen statt der Granitbordschwellen solche aus Rasen (Fig. 131), wobei dann Klinker als Unterstützung sowohl des Rasens als auch des Fahrdammpflasters dienen.

Die Strassenrinnen werden durch zwei oder mehrere parallel zur Strassenachse gehende Klinkerschichten gebildet.

Statt der Sandunterbettung kann man die Klinker auch auf Beton setzen und die Fugen der Steine mit Mörtel oder Asphaltmischung ausgiessen.

Klinkerstrassen, welche stets einen sauberen, freundlichen Anblick gewähren, können nur bei ganz schwachem Verkehr angelegt werden.

Klinkerstrassen bedürfen ständiger Ueberwachung, um zerbröckelte Steine sofort durch neue ersetzen und die Sanddecke erneuern zu können. Ein Umlegen des Pflasters, welches je nach der Stärke des Verkehrs alle 6 bis 15 Jahre erforderlich wird, empfiehlt sich nicht, da gewöhnlich ein so hoher Prozentsatz von neuen Steinen erforderlich ist, dass man für fast die gleichen Kosten einen vollständigen Neubau vornehmen kann.

Ein qm Pflaster erfordert, je nach dem Format, etwa 70 bis 100 Steine und es stellt sich ein qm fertiges Pflaster auf 5 bis 6 Mark.

b) Pflaster aus Schlackensteinen.

Die im Hochofen gewonnene Schlacke wird in verschiedener Weise zur Herstellung von Pflastersteinen verwandt, indem entweder erkaltete, nicht spröde, Schlackenklumpen zu Pflastersteinen zugehauen oder aus flüssiger Schlacke Steine gegossen werden oder pulverisierte Schlacke mit Ton vermischt und bis zur Sinterung gebrannt wird.

Die erstgenannte Herstellungsart ist zwar sehr einfach und billig, gibt aber viel Abfall, von welchem die besten Stücke zur Herstellung von Mosaikpflaster verwandt werden können.

Die Steine werden genau so verpflastert wie die natürlichen Steine.

Die Steine sind zwar hart, rauh und dauerhaft, werden aber unter der Einwirkung des Verkehrs bald glatt und bilden dann für die Zugtiere eine grosse Gefahr.

Die aus flüssiger Schlacke gegossenen Steine werden unter einer Sanddecke langsam zum Erkalten gebracht und dadurch getempert, Der Erkaltungsprozess dauert 2 bis 3 Tage.

Am bekanntesten sind die Schlackensteine, welche auf diese Weise von der Mansfelder Kupferschiefer bauenden Gewerkschaft hergestellt werden und welche entweder Würfel von 16 cm Kantenlänge und 11 bis 12 kg Gewicht oder Platten von 8 bis 12 cm Stärke und 32 cm im Quadrat gross bei 30 bis 32 kg Gewicht, sind. Letztere werden nur zur Fusswegbefestigung benutzt.

Das aus diesen Steinen hergestellte Pflaster darf nicht gerammt, sondern nur gewalzt werden. Als ein Vorteil wird betrachtet, dass die Steine infolge ihrer vollständig gleichen Grösse mit ganz engen Fugen gesetzt werden können, wodurch ebenso wie durch ihre ganz ebene Auflagerfläche eine gute Erhaltung des Pflasters gewährleistet wird. Auch diese Steine haben aber den Nachteil des leichten Glattwerdens. Da jedoch das Glattwerden der Steine hauptsächlich durch die Schleifwirkung des Fussgängerverkehrs hervorgerufen wird, so empfiehlt es sich, die Strassenübergänge mit anderem Steinmaterial zu pflastern, während im übrigen horizontal oder schwach geneigt liegende Fahrwege mit Vorteil mit ·lackensteinen befestigt werden können.

Je nach der Sorte kostet ein Würfel 6 bis 10 und eine Platte 17 Pfg., wozu dann noch die Transportkosten ab Werk kommen.

Die unter dem Namen Eisenklinker bekannte Mischung zerkleinerter Schlacke und Ton wird fast ausschliesslich zur Befestigung der Bürgersteige und Höfe, seltener zur Herstellung der Fahrwege verwandt. Zu letzterem Zwecke eignen sie sich auch nur bei ganz schwachem Verkehr.

4. Asphaltpflaster.

a) Allgemeines.

Von allen bisher besprochenen und noch zu besprechenden Strassenbefestigungsarten ist das Asphaltpflaster das vollkommenste. Die Asphaltdecke erzeugt weder Schmutz noch Staub, sie hält selbst bei starkem Verkehr sehr lange vor, befährt sich geräuschlos und elastisch. Das letztere ist besonders deshalb wichtig, weil die Fuhrwerke mehr geschont werden als bei anderen Befestigungsarten. Die Strasse ist ferner sehr leicht rein zu halten und sieht elegant aus, so dass die Asphaltbefestigung trotz ihrer verhältnismäfsig höheren Kosten namentlich in grösseren Städten alle anderen Befestigungsarten mehr und mehr verdrängt.

Da nun aber überall, wo Licht auch Schatten ist, so besitzen auch die Asphaltstrassen Nachteile neben ihren Vorteilen.

Wie noch später eingehender besprochen wird, ist es unmöglich, eine feste, dauernde Verbindung zwischen Asphaltdecke und Strassenbahngeleise herzustellen; die bei Nässe sofort auftretende Glätte ist für Menschen und Zugtiere gefährlich; sie bedürfen ständiger Aufsicht, um auch die geringste Beschädigung sofort, und zwar mit Asphalt, reparieren zu können; die Strassen müssen möglichst horizontal liegen, auf keinen Fall aber dürfen sie eine grössere Neigung als 1 : 70 besitzen.

Je nach der Herstellungsart unterscheidet man:

Stampfasphaltstrassen und
Gussasphaltstrassen.

Der Gussasphalt eignet sich nicht zur Befestigung der Fuhrwege, da er zu weich ist, wogegen er ein beliebtes Material zur Befestigung der Bürgersteige ist. Wenn daher im folgenden von der Befestigung der Fuhrwege durch Asphalt die Rede ist, so ist darunter immer Stampfasphalt zu verstehen.

Ebenso wie bei der Befestigung der Strassen mit guten natürlichen Steinen, ist es auch bei neu angelegten, im Auftrag liegenden Strassen nicht zulässig, dieselben sofort mit Asphaltpflaster zu versehen. Vielmehr muss eine solche Strasse zunächst chaussiert werden, bis der aufgeschüttete Damm sich vollständig gesetzt hat. Da die Chaussierung bei der endgültigen Strassenbefestigung nicht wieder herausgebrochen wird, so muss ihre Oberkante um die Stärke der Betonunterbettung und der Asphaltdecke tiefer liegen.

Ebenso fehlerhaft ist es, über frisch zugeschütteten Leitungs- oder anderen Gräben sofort zu betonieren und zu asphaltieren, wegen der hier ebenfalls auftretenden Senkungen des aufgeschütteten Bodens.

b) Das Material.

1. Das Bitumen. Unter Bitumen versteht man den fettartigen Rückstand pflanzlicher und tierischer Reste. Von Steinkohlenteer ist es leicht durch den ihm eigentümlichen brenzlichen, etwas tranigen Geruch zu unterscheiden.

Man unterscheidet:

Flüssiges Bitumen (Petroleum, Naphtha)
Zähflüssiges Bitumen (Bergteer usw.
Festes Bitumen (Erdpech oder Asphalt).

Da das Bitumen erdartige Beimengungen enthält, so sind diese, um reines Bitumen zu erhalten, durch Kochen zu beseitigen.

Um das feste Bitumen zäher und schmelzbarer zu machen, wird ihm Erdöl oder Paraffin oder — besser, aber sehr teuer — Bergteer beigemischt; man bezeichnet dieses Produkt mit Goudron. Dieses ist ein zähes, glänzendschwarzes Pech, ist aber, da Bergteer selten vorkommt, sehr teuer.

Im freien Zustande findet man das Bitumen am toten Meere, auf der Insel Trinidad und bei Heide in Holstein.

2. Das Bergteer, auch Malthe genannt, ist ein Uebergangsprodukt des Steinöls in Asphalt und wahrscheinlich durch eine mehrtausendjährige Oxydation entstanden.

Bergteer kommt vor in Lobsann und Pechelbronn im Elsass, Hordorf, Limmer in Hannover und Vorwohle in Braunschweig. Ausserdem findet es sich noch in Credo, zwischen Seyssel und Val de Travers an der französisch-schweizerischen Grenze.

3. Der Asphalt.

Der Asphalt ist ein Naturprodukt, welches entweder rein oder mit Kalk oder Sand gemischt gefunden wird.

Der reine Asphalt ist ein bituminöses, pechartiges Harz von schwarzer Farbe, glänzendem, muscheligem Bruch und einem spez. Gewicht von 1,1 bis 1,2. Er ist das Endprodukt des Ueberganges des Erdöls in Bergteer und Erdpech.

Enthält der Asphalt viel Schwefel, so ist er hart und um so weicher, je schwefelärmer er ist.

Asphalt ist unlöslich in Wasser, verdünnten Säuren und kaustischen Alkalien, leicht löslich in Steinöl und ätherischen Oelen und zersetzbar durch Salpetersäure. Bei trockener Destillation verbleibt ein etwa ein Drittel seines ursprünglichen Volumens betragender fester Kohlenrückstand, welcher koksartig und glänzend schwarz ist, ferner etwas Ammoniakwasser und brenzliches Asphaltöl; ausserdem bilden sich brennbare Gase.*)

Bei 25 bis 40 ° C. wird der Asphalt knetbar; bei 100 ° C. schmilzt er und bei 230 ° C. brennt er mit leuchtender, aber stark russender Flamme. Er erhärtet nach und nach an der Luft, ist gegen Witterungseinflüsse und Feuchtigkeit fast vollkommen widerstandsfähig, ist ein schlechter Leiter für Wärme, Schall und Elektrizität, lichtempfindlich, wird durch Reiben elektrisch und ist sehr elastisch.

---

*) Vergl. W. Jeep, Der Asphalt und seine Anwendung in der Technik, 2. Auflage, herausgegeben v. Prof. E. Nöthling. Preis 6 Mark. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig.

Asphalt kommt nur in solchen geologischen Formationen vor, die entstanden sind, nachdem die Erdrinde sich soweit abgekühlt hatte, dass pflanzliches und tierisches Leben auf ihr gedeihen konnte.

Die hauptsächlichsten Fundorte sind das Tote Meer und die Insel Trinidad (Asphalt- oder Pechsee). Ausserdem kommt er noch auf der Insel Cuba und in Venezuela vor.

Der Trinidad-Asphalt, welcher in erster Linie für bautechnische Zwecke in Frage kommt, enthält 25 % Wasser und 20 bis 35 % Steinbeimischungen. Von diesen Beimengungen wird der Asphalt durch Umschmelzen befreit und darauf zum Versand in Fässer von etwa 160 kg Inhalt verladen.

Der versandfertige Asphalt ist eine bei gewöhnlicher Temperatur feste, schwarze, mattglänzende Masse, welche beim Erwärmen weich und zäh wird und bei etwa 130 bis 150° C. schmilzt. Sein Bitumengehalt beträgt 65 bis 80 %, während der Rest fremde Bestandteile sind, welche beim Umschmelzen nicht beseitigt werden konnten. Er ist in verdünnten Säuren und Wasser nicht löslich, wird es aber, sobald man ihm Kalkstein beimischt.

4. Der Asphaltstein ist ein bituminöser Kalkstein. Zur Herstellung von Stampfasphalt soll der Stein ein Bitumengehalt von 8 bis 10 % besitzen; ist dieses höher, so eignet er sich nur für die Mastixfabrikation. Hat der Asphalt weniger als 8 bis 10 % Bitumen, so gibt er keinen elastischen und wasserdichten Belag, hat er mehr als 12 %, so wird das Pflaster unter den Einwirkungen der Sonnenwärme zu weich, Räder und Hufe drücken sich ein und der Belag verschiebt sich in der Richtung der Strassenneigung.

Das fette Gestein lässt sich mit dem Messer schneiden, aber schlecht mit dem Hammer zerschlagen. Der Asphaltstein zerfält beim Erhitzen zu Pulver, welches, wenn es weiter erhitzt wird, sein Bitumengehalt abgibt und das weisse Kalksteinpulver als Rückstand zurücklässt.

Die wichtigsten Fundorte des zu Strassenbauzwecken geeigneten Asphaltsteines sind:

1. Vorwohle in Braunschweig. Der Asphaltstein kommt am Südwestabhange des Hils vor, eines Höhenzuges, welcher sich aus den Schichten der oberen Jura und der unteren Kreide aufbaut, die in ziemlicher Regelmäſsigkeit mit 8 bis 20° nach Nordost, nach dem Innern der sogenannten Hilsmulde zu einfallen. Die Asphaltsteinschichten gehören dem oberen Jura an, liegen aber höher in der Zone des unteren Portland.

Die Gewinnung geschieht auf bergmännische Weise durch Tages- und auch durch Tiefbau. Beim Grubenbetrieb bleiben etwa 40 bis 50 % des Gesteins zwischen den etwa 3,50 bis 4,0 m breiten und 4,30 m hohen Abbauen stehen. Die Bänke besitzen eine Mächtigkeit von etwa 8,0 m. Das Gestein ist sehr hart und kann daher nur durch Sprengen gewonnen werden. Der Bitumengehalt beträgt nur 6 bis 9 %, woher auch seine oft dem Chausseestaube ähnliche Farbe stammt.

Steine mit etwa 8 bis 9 % Bitumengehalt werden direkt zur Herstellung von Stampfasphalt verwandt, während die bitumenärmeren mit den bitumenreicheren gemischt werden.

2. Limmer bei Hannover. Die Fläche, unter welcher der Asphaltstein in abbauwürdiger Menge gefunden wird, ist verhältnismäſsig klein (660 : 500 m).

Der Asphaltstein gehört ebenfalls dem oberen Jura an. Der Abbau geschieht teils im Tage-, teils im Tiefbau. Die Schichten besitzen eine Neigung von etwa 30° und eine Mächtigkeit von im Mittel 8,0 m. Das ziemlich reine Gestein, welches direkt in das umgebende Erdreich eingelagert ist, besitzt einen Bitumengehalt von 13 bis 15 % und hat dementsprechend eine dunkelbraune bis schwarzbraune Farbe.

Die Limmer Asphaltsteine sind nicht sehr hart und daher für sich allein zur Herstellung von Stampfasphaltpflaster nicht geeignet, weshalb zu diesem Zwecke eine Mischung von Vorwohler und Limmer Asphalt vorgenommen wird, wenn man es nicht vorzieht, was auch besser ist, den bitumenreicheren Vorwohler Asphalt allein zu verwenden.

Die bekannteste Unternehmung für die Verwendung des Vorwohler und Limmer Asphalts ist die „Deutsche Asphalt-Aktien-Gesellschaft in Hannover", welche mich auch bei Abfassung des Kapitels über Asphaltpflaster durch Ueberlassung von Beschreibungen, Abbildungen, Broschüren, Mitteilungen aus ihrer Praxis usw. freundlichst unterstützt hat. Dasselbe geschah auch in bereitwilligster Weise von dem Berliner Sitz der ältesten Asphaltstrassen-Unternehmung, der Neuchâtel Asphalt-Company limited in London.

3. Lobsann bei Sulz im Unter-Elsass, am Ostrande der Vogesen. Er gehört der Tertiärformation an und erstreckt sich über ein Gebiet von mehr als 10 qkm.

Der Bitumengehalt und damit auch die Härte des Gesteins sind sehr verschieden. Zu Stampfasphaltpflaster wird ein Gestein mit 10 bis 13 % Bitumen verwandt. Manche Schichten sollen stark schwefel- und schwefeleisenhaltig sein und dadurch die Brauchbarkeit des Asphalts beeinträchtigen.

Die vorgenannten drei deutschen Asphaltkalke sind sehr bituminös und haben sich daher auf Strassen mit starkem Verkehr nicht durchweg bewährt. Der Asphalt ist zu weich und leidet daher unter den Einwirkungen der Sonnenwärme und wird von den Rädern der Fuhrwerke hinausgewalzt.

Einer der angesehensten Fachleute auf dem Gebiete des städtischen Strassenbaues, Herr Magistratsbaurat Pinkenburg in Berlin, schreibt in der deutschen Bauzeitung (1901):

„Es ist bedauerlich, dass Deutschland keinen Asphaltkalk besitzt, der sich zu Stampfasphalt eignet, zumal dieses vortreffliche Material zur Strassenbefestigung immer weitere Anwendung gewinnt und dass wir immermehr auf das Ausland angewiesen sein werden. In erster Reihe gilt dies von dem Vorkommen am Hils (Vorwohle), da sich gerade hier noch auf Jahrhunderte hinaus unerschöpfliche Mengen von bituminösem Kalkstein befinden". Aehnlich spricht er sich im Technischen Gemeindeblatt (1906) aus. Von anderer Seite ist ihm lebhaft widersprochen worden und es hat trotz der Ausführungen von Pinkenburg beispielsweise die Deutsche Asphalt-Aktien-Gesellschaft bis Ende 1904 auf den Fahrwegen von 36 Städten zusammen 625897 qm Stampfasphalt hergestellt, davon allein in Berlin 210478 qm, ohne dass wesentliche Klagen laut geworden sind oder die Gesellschaft von der Zuteilung weiterer Arbeiten ausgeschlossen ist. Allerdings dürfte es sich empfehlen, den deutschen Asphalt weder in sehr breiten Strassen noch in solchen zu verlegen, welche in überaus kräftiger Weise der Sonnenwärme ausgesetzt sind.

Die Gesamtförderung an Asphalt und Asphaltgestein der in Deutschland arbeitenden 11 Gesellschaften betrug im Jahre 1901 rund 90000 Tonnen mit einem Werte von 2/3 Millionen Mark.

4. Der Asphalt von Val de Travers im Jura bei Neuchâtel in der Schweiz. Die Gruben werden von der bereits erwähnten Neuchâtel Asphalt-Company limited ausgebeutet, welche in London ihren Hauptsitz hat, aber in allen europäischen Staaten Zweigniederlassungen besitzt.

Der in Val de Travers gewonnene Asphaltstein gehört zur unteren Kreide. Er ist ein sehr reiner Kalkstein mit 7 bis 10 % Bitumengehalt und von einer gleichmäfsig dunkelbraunen Farbe. Die Asphaltschicht hat eine Mächtigkeit von 2 bis 5 Metern, eine Breite von ein paar Hundert Metern und eine Länge von etwa 2000 Metern. Die Gewinnung des Asphaltsteins geschieht durch Sprengung auf bergmännische Art im Stollenbau.

5. Der Asphalt von Ragusa auf Sizilien, Provinz Syrakus, Distrikt Modica, mit dem Hafenorte Mazzarelle.

Der sizilianische Asphaltstein ist ein gleichmäfsiger Kalkstein von grobem Korn und einem mittleren Bitumengehalt von 9 bis 11 %. Der Stein gehört in geologischer Beziehung dem Miocän, also der jüngeren Tertiärformation an. Sein Bitumengehalt nimmt nach der Tiefe zu. Der Stein wird meist auf bergmännische Weise gewonnen.

Ausser verschiedenen anderen deutschen Gesellschaften bezieht auch die Deutsche Asphalt-Aktien-Gesellschaft einen Teil ihres Rohmaterials für die Stampf-Asphaltstrassen von hier.

6. Der Asphalt von San Valentino in den nordöstlichen Ausläufern der Abbruzzen (Majella-Gebirge) gehört ebenfalls dem Miocän an. Das ziemlich regelmäfsig gelagerte Gestein liegt mit etwa 10 % Neigung und besitzt eine durchschnittliche Mächtigkeit von 30 m. Die Gewinnung geschieht teils im Gruben-, teils im Stollenbau.

Die Steine sind rein dolomitische Kalksteine mit 5 bis 30 % Bitumengehalt. Von diesen werden die Gesteine mit 11 bis 16 % Bitumengehalt als Stampf-asphaltmaterial, alle übrigen zur Gussasphaltfabrikation verwendet.

Die Ausbeute des Jahres 1901 betrug 33000 Tonnen, im Werte von 900000 Lire = 720000 Mark.

7. Der französische Asphalt stammt meistens aus Südfrankreich, sowie aus Seyssel und Pyrimont an der Rhône.

Besonders bekannt sind die Gruben von Seyssel, welche ein reines und gleichmäfsiges Material mit einem Bitumengehalt von 6 bis 8 % führen.

Der Bitumengehalt der südfranzösischen Steine (Mons) soll 8 % betragen.

Im Ganzen wurden in Frankreich im Jahre 1901 rund 275000 Tonnen Asphalt im Werte von ungefähr 2 Millionen Franks = 1,6 Millionen Mark gewonnen.

8. In Oesterreich-Ungarn findet man Asphalt bei Tartaros und Derna in Ungarn, sowie in Dalmatien, Tirol und Vorarlberg.

Der ungarische Asphalt ist ein mit Sand vermischter zähflüssiger Asphalt mit einem Asphaltgehalt von 15 bis 22 %. Das das Bitumen enthaltende Sandlager ist bis 2 Meter dick und liegt wenige Meter unter der Erdoberfläche. Bitumen und Sand werden durch Kochen mit Wasser von einander geschieden. Das Bitumen wird darauf nochmals gekocht und destilliert, worauf das über-

destillierte Oel einer Petroleum-Reinigungsanstalt, das zurückbleibende Bitumen aber den Asphaltwerken zugeführt wird.

Seine hauptsächlichste Verwendung findet das Bitumen zu Gussasphaltarbeiten. Soll es zu Stampfasphalt hergerichtet werden, so muss fein gepulverter Kalkstein mit Wasser zu einem Brei gerührt und auf 80 bis 90 ° C. erhitzt werden, worauf der geschmolzene Asphalt allmählich beigerührt wird. Dann wird die Masse an der Luft getrocknet und darauf wieder zu Pulver gemahlen.

Das Verfahren hat sich aber nicht einbürgern können, weshalb der Asphalt jetzt nur noch zu Gussasphalt Verwendung findet.

Auch zur Herstellung von Mastix wird der Asphalt verwandt, indem man ihm trockenes Mehl von gelöschtem Kalk beimengt und dieses Gemenge mit gepulvertem Kalkstein zusammenmischt.

Bei der Verwendung wird dem Mastixbrei Goudron und Kies, bezw. tonfreier Sand in genau bestimmten Mengen beigemischt. Der Bitumengehalt beträgt 15 %.

Die dalmatinischen Asphaltsteine sind sehr bitumenreich (39 %), haben aber, ebenso wie die Asphalte von Tirol und Vorarlberg, nur lokale Bedeutung.

Es gibt in allen Weltteilen noch Gewinnungsstätten von Asphalt, welche aber ebenfalls nur örtliche Bedeutung besitzen und auch nicht alle ohne weiteres zu Stampf-Asphaltarbeiten verwendet werden können.

Nach „Dietrich, Die Asphaltstrassen", Berlin, Verlag von A. Seydel, besitzt der rohe Asphaltstein der hauptsächlichsten Gewinnungsorte folgende Mittelwerte:

	Inhalt	Val de Travers	Seyssel Pyrimont	Lobsann	Ragusa	Limmer	Vorwohle
1	Bitumen	10,15	8,15	12,32	8,92	14,30	8,50
2	Kohlensaurer Kalk . . .	88,40	91,30	71,43	88,21	67,00	80,04
3	Ton- und Eisenoxyd . .	0,25	0,15	5,91	0,91		4,03
4	Schwefel	—	—	5,18	—		
5	Kohlensaure Magnesia . .	0,30	0,10	0,31	0,96	17,52	0,55
6	Sand	—	—	3,15	0,60		4,77
7	Sonstige in Säuren unlösliche Stoffe	0,45	0,10	—	—		
8	Verlust	0,45	0,20	1,70	0,40	1,18	2,11

In demselben Buche findet sich auch eine einfache Methode angegeben, um den Bitumengehalt, die Beschaffenheit des Bitumens und des Kalksteins zu prüfen und Vergleiche zwischen mehreren Materialien anzustellen:

„Ein Stück bituminöser Kalkstein, möglichst fein pulverisiert und gewogen, wird in Schwefelkohlenstoff, Terpentin, Aether oder Benzin in einem Glasgefässe aufgelöst und tüchtig mit einem Glasstabe gerührt. Es entsteht eine dunkle Lösung, aus welcher die festen Teile des Steins herausfallen, so dass die Flüssigkeit leicht abgegossen werden kann. Aus letzterer verflüchtigt sich, wenn man sie offen stehen lässt, das ganze Lösungsmittel, der Schwefelkohlenstoff usw., und es bleibt das reine, braune, zähe, bei gewöhnlicher Temperatur nicht flüchtige Bitumen zurück, welches zunächst nach Gewicht ermittelt wird. Dieses Bitumen

wird dann in einem Metallbade auf 220 bis 230° C. erwärmt; aus dem Umfange, in welchem es sich bei dieser Temperatur verflüchtigt, kann dann direkt auf die Güte des Bitumens geschlossen werden, welche um so höher steht, je weniger Bitumen bei dem Verfahren verloren geht.

Der vorher erhaltene Rückstand der Lösung trocknet gleichfalls schnell auf, indem sich auch dort das Lösungsmittel, Schwefelkohlenstoff oder was man wählte, verflüchtigt; es bleibt ein Pulver zurück. Ist dieses weiss und beim Anfühlen weich, so lässt dies auf ein gutes Material schliessen, während graue Färbung und schmierige Beschaffenheit oder Rauhheit des Korns auf ungünstige Nebenbestandteile, Eisenkies, Sand, Ton usw., hinweisen."

Die Witterungsbeständigkeit des Asphalts wird häufig nach seiner Löslichkeit in Salzsäure beurteilt. Dieselbe beträgt bei:

Sizilianischem Asphalt von 8,6% Bitumen und 83,7% Glührückstand 1,4% und bei

Deutschem Limmer-Asphalt von 9,7% Bitumen und 87,0% Glührückstand 6,4%.

Das im Tage- oder Tiefbau gewonnene Gestein muss sorgfältig nach der Farbe, aus welcher man bekanntlich auf den Bitumengehalt schliesst, verlesen werden, wobei die hellen Steine von taubem, wenig bituminösem Gestein stammen.

Manchmal geschieht das Auslesen auch nach dem Grade der Zerfallbarkeit beim Erwärmen.

Darauf wird der Stein zu Pulver gemahlen, welches eine schokoladenbraune Farbe besitzt. Das Pulverisieren geschieht entweder in der Weise, dass man die Steine in Kesseln durch Abdampf oder heisse Luft trocknet und erhitzt, wodurch sie leichter zu zerbrechen, von ihren schädlichen Bestandteilen zu befreien und zu mahlen sind.

Dieses früher allgemein übliche Verfahren ist jetzt aufgegeben worden, da gewöhnlich ein Teil des Bitumens durch die Erhitzung verloren geht.

Man zerkleinert jetzt gewöhnlich den Stein in Quetschmaschinen auf Schottergrösse und zermalmt diese in Schleudermühlen, Kollergängen usw.

Ist das Pulver aus bitumenartigen Gesteinen gewommen, so soll es zur Stampfasphalt-Herstellung möglichst feinkörnig sein, ist es dagegen ein fetterer Stein gewesen, dann ist es besser, etwas grobkörniger.

Das fertige Pulver kann auf verschiedene Art Verwendung finden, indem man es entweder ohne weitere Beimischung erwärmt und zur Wegebefestigung auf einer festen, dichten Unterlage ausbreitet und feststampft oder unter starkem Druck zu Platten presst oder in Schmelzkesseln zu Mastix schmilzt und dieses dann als Gussasphalt verwendet.

5. Asphaltmastix ist Asphaltsteinpulver, dem Bitumen in Form von Goudron zugesetzt ist, damit man eine schmelzbare Masse erhält. Die Schmelzhitze beträgt etwa 200° C.; bei dieser Temperatur ist der Schmelzprozess in ein paar Stunden beendet.

Darauf wird die Masse in etwa 10 cm tiefe Formen gegossen und in diese tüchtig eingestrichen. Man erhält dann nach dem Erkalten feste „Brote", welche ein Gewicht von 25 bis 30 kg haben und einen Bitumengehalt von 11 bis 18% besitzen. Die Mastixbrote aus dem Val de Travers nähern sich dem niedrigeren, die aus Limmer dem höheren Prozentsatz.

Als Flussmittel darf nur natürliches Bitumen, nicht etwa aus Steinkohlen stammendes Pech oder Teer verwandt werden.

Man erkennt guten Asphaltmastix daran, dass an einem in die weiche Masse hineingesteckten Holzstab der Mastix nicht kleben bleibt, sondern abfliesst.

Wie eben erwähnt, dient der Goudron als Flussmittel bei der Mastixherstellung und den Gussasphaltarbeiten und soll zu seiner Herstellung nur gutes, einwandfreies Material verwandt werden.

Sehr guten Goudron gibt eine Mischung von Trinidadasphalt mit Bitumenzusatz. Bergteer ist der beste Zusatz, aber viel zu teuer, weshalb man meist die Rückstände aus der Petroleumreinigung, der Paraffinfabrikation und der Schieferöldestillation nimmt.

Für Asphaltzwecke verwandbarer Goudron muss schwarz und glänzend, sowie frei von scharfem Geruch sein.

Trotzdem die Prüfung nach dem Geruch sehr zuverlässig ist, ist es oft schwer, echten Goudron von Nachahmungen zu unterscheiden. Ein sehr bekanntes Kunstprodukt ist der sogenannte „Deutsche Goudron", ein Gemisch von Teer, Pech und Harz, welches aber zu für Strassenbauzwecke dienendem Asphalt nicht geeignet ist.

6. Weder „künstlicher Asphalt" noch ein ähnliches Produkt, die „künstliche Lava", haben sich in Europa zu Strassenbauzwecken einbürgern können und sollen daher auch nicht weiter besprochen werden.

c) Die Unterbettung.

Da nicht die Asphaltdecke, sondern die Unterbettung das eigentliche druckverteilende Element ist, so muss diese entsprechend kräftig und unverschieblich hergestellt werden. Da ferner die aus dem Erdboden nach oben steigende Grundfeuchtigkeit für die Asphaltdecke von grossem Nachteil ist, indem sie bei Frost den Asphalt aufbläht, und weil endlich die Gefahr des Rohrbruchs der im Strassenkörper liegenden Gasleitungen ständig vorhanden ist, das ausströmende Gas aber den Asphalt zerbröckeln würde, so ist die Unterbettung auch vollständig dicht herzustellen.

Die Unterbettung hat also verschiedenen Ansprüchen zu genügen und es hat sich bisher dem gegenüber nur ein Unterbettungsmaterial als geeignet erwiesen, nämlich der Zementbeton.

Die Stärke der Betonschicht beträgt 10 bis 25 cm und richtet sich nach der Beschaffenheit des Untergrundes und dem Verkehr. Bei festem Untergrunde kann die Betonschicht dünn sein, während sie bei weichem Untergrunde möglichst stark sein muss, wenn man es nicht vorzieht, den Untergrund dicht abzupflastern oder zu chaussieren. In diesem Fall genügt für die Betonschicht meist eine Stärke von 10 cm.

Am häufigsten ausgeführt werden 18 bis 20 cm starke Betonschichten.

Die gebräuchlichsten Mischungsverhältnisse sind:

1 Teil Zement, 2 Teile Sand und 4 Teile Kies, Steinbrocken oder Schotter
oder 1 „ „ 3 „ „ „ 6 „ „ „ „ „

Am besten eignet sich sandiger Kies.

Die Erhärtungszeit des Betons beträgt etwa 8 bis 10 Tage. Doch kann man diese sogenannte „Liegezeit" abkürzen, indem man eine „doppelte Mischung",

d. h. aus 2 Teilen Zement bestehend, herstellt. Während der Erhärtungszeit muss der Beton durch Begiessen feucht erhalten werden, doch muss auch diese Feuchtigkeit vor dem Aufbringen des Asphalts aufgetrocknet sein, was u. a. durch Aufstreuen heissen Asphaltpulvers oder heisser Asche beschleunigt werden kann.

Die Oberfläche des Betons erhält eine dem künftigen Querprofil der Strasse entsprechende Querneigung. Dieses Quergefälle beträgt zwischen 1:100 bis 1:150, da stärkere Neigungen, wegen der bei feuchter Witterung leicht eintretenden Glätte der Asphaltbahn, den Zugtieren gefährlich werden können.

Das Profil ist vollkommen satteldachförmig und wird höchstens in der Mitte auf etwa 50 cm ausgerundet, ebenso ist die Ausrundung für die Rinnsteine neben der Bordschwelle kaum merklich, wie Fig. 132, dem Werke „Genzmer, Die städtischen Strassen“ entnommen, zeigt.

Fig. 132.



Das satteldachartige Profil wird bei schmalen Strassen in der Weise ausgeführt, dass eine entsprechend hergestellte Holzleere quer über den Strassendamm gelegt wird, deren Enden auf den Bordschwellen aufliegen. Bewegt man nun dieses Brett in der Längsrichtung der Strasse, so schiebt es den überflüssigen Beton fort und glättet den übrigen genau nach dem vorgeschriebenen Profil.

Bei breiteren Strassen wird das Betonprofil in einzelnen Streifen hergestellt, indem man die Leere auf entsprechend verlegten Längsbrettern entlang schiebt.

Die Oberfläche des Betons muss mit Zementmörtel (Mischungsverhältnis 1:2) 1,5 bis 2 cm stark abgeglichen werden; die Aufbringung des Asphalts darf erst erfolgen, wenn der Beton vollkommen trocken ist. Enthält nämlich der Beton noch Feuchtigkeit, so wird dieselbe durch den heissen Asphalt in Dampf verwandelt und der Asphalt wird in seinem Zusammenhange gelockert. Der frisch aufgebrachte Beton muss durch Absperrung vor dem Betreten durch das Publikum geschützt werden.

In einigen Städten, wie z. B. in Leipzig, wird der Beton nicht unmittelbar auf das vorbereitete Planum geschüttet, sondern es kommt auf dieses zunächst eine 10 cm starke Kiesschicht, welche, als Entwässerungsanlage wirkend, an die Einfallschächte der Kanalisation angeschlossen ist.

d) Die Aufbringung des Stampfasphalts.

Hat man sich überzeugt, dass die Betonunterlage vollständig trocken ist, so kann man mit dem Aufbringen des Asphaltpulvers beginnen. Dieses Pulver wird vorher auf eine Temperatur von 100 bis 150 ° C. gebracht, was am besten auf der Baustelle selbst geschieht, aber auch an einem dritten Ort geschehen kann. Doch soll in diesem Fall die Entfernung von der Baustelle nicht mehr als 3 bis 4 km betragen, damit sich beim Transport das Pulver nicht zu sehr abkühlt. Bei der angegebenen Entfernung beträgt die Abkühlung höchstens 1 bis 2 ° C., was ganz unbedenklich ist.

Der Zweck des Anwärmens ist sowohl die im Asphaltpulver noch vorhandene Feuchtigkeit zu beseitigen, als auch die spätere Rückbildung in Asphaltstein, welche am schnellsten unter Zuhilfenahme der Wärme vor sich geht, zu fördern.

Welche Temperatur für den betreffenden Asphalt die zweckmäfsigste ist, hängt von seinem Bitumengehalt ab. So erwärmt man, beispielsweise, den

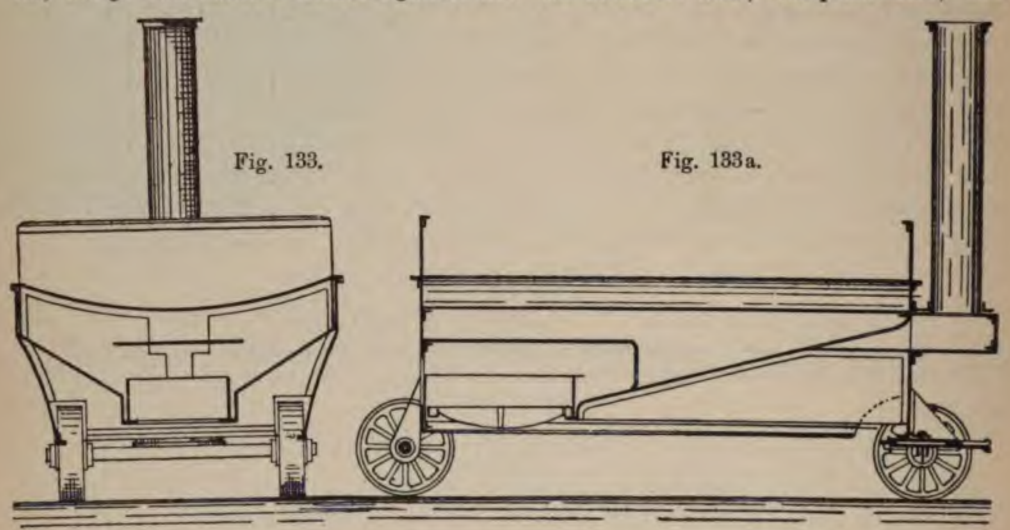


Fig. 133. Fig. 133a.

bitumenreichen Asphalt von Val de Travers auf 130 bis 150° C., weil es erwünscht ist, dass dieser durch die Erwärmung noch Bitumen verliert, während anderseits das bitumenarme sizilianische Asphaltpulver nur auf etwa 90° C. erwärmt wird, um das Entweichen bituminöser Dämpfe zu verhindern.

Fig. 134.

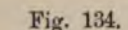
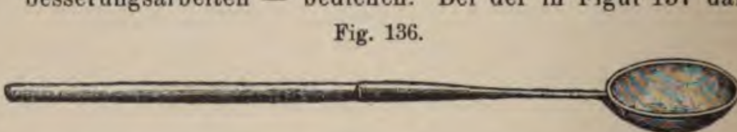


Fig. 135.

Fig. 133 u. 133a zeigt im Quer- und Längsschnitt eine Darre*), in welcher unter fortwährendem Rühren mit dem Rühreisen (Figur 134) das Pulver auf den nötigen Wärmegrad gebracht wird. Ist dies geschehen, so wird das Pulver mit Eimern (Fig. 135) oder Löffeln (Fig. 136) aus der Darre geschöpft und in Schiebkarren nach der Verwendungsstelle geschafft.

An Stelle der in Figur 133 abgebildeten Darre kann man sich auch der geschlossenen — namentlich bei Ausbesserungsarbeiten — bedienen. Bei der in Figur 137 dar-

Fig. 136.



gestellten transportablen Trommeldarre, welche übrigens auch bei Herstellung von Gussasphaltstrassen Verwendung findet, geschieht das ständige Umrühren des Pulvers auf mechanischem Wege.

*) Die in diesem und dem Abschnitt über Gussasphaltbefestigungen abgebildeten Geräte usw. sind den Katalogen der Deutschen Asphalt-Aktien-Gesellschaft in Hannover, der a Victor Spiegel in Berlin O. 17 und der Firma A. Reiser in Berlin O. entnommen.

Das Pulver wird in einer Stärke von 7 bis höchstens 8 cm so aufgeschüttet, dass es überall gleichmäſsig dick liegt. Die gleichmäſsige Aufbringung des Pulvers ist schon deshalb von grosser Wichtigkeit, weil durch das grössere eigene Gewicht desselben sonst die dickeren Stellen stärker zusammengepresst würden als die schwächeren, was aber nicht vorkommen darf. Dieser Umstand trägt nämlich sehr wesentlich zu der nachteiligen Wellenbildung der Asphaltoberfläche bei.

Fig. 137.



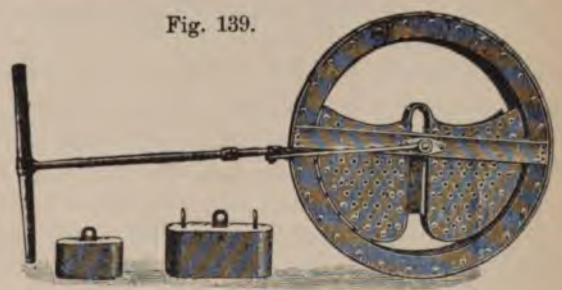
Mit Hilfe einer Lehre (Fig. 138) wird das an einer Stelle zu viel aufgebrachte Pulver abgestrichen und nach einer schwächeren Stelle hingeschoben, so dass überall die vorgesehene gleiche Stärke vorhanden ist. Bei dieser Gelegenheit werden auch alle Fremdkörper, wie Holz-, Kohlen-, Strohstückchen usw. ganz sorgfältig aus dem Pulver herausgelesen. Geschähe dies nicht, so würde der innige Zusammenschluss des Asphalts wesentlich beeinträchtigt werden.



Fig. 138.

Hierauf wird mit einer erwärmten Walze (Fig. 139), welche langsam über das Pulver hinwegfährt, die erste Dichtung desselben vorgenommen. Die Walze hat einen Durchmesser von 0,75 m und ein Gewicht von 200 kg. Dieses Gewicht kann durch Einsetzen von Gewichten, wie sie in der Figur abgebildet sind, bis auf 300 kg erhöht werden. Ausserdem kommen noch grosse Walzen vor, welche einen Durchmesser von 1,25 m haben und, einschliesslich der Gewichte, etwa 875 kg schwer sind.

Fig. 139.



Das Erwärmen der Walzen, welches durch eingehängte Kokskörbe geschieht, sowie das der später noch zu besprechenden Stampfen hat den Zweck, ein Festkleben des Asphaltpulvers an ihnen zu verhindern. Um ein Eindrücken der Walzenkanten in die frische Asphaltdecke zu verhindern, sind diese abgerundet und nicht, wie bei den Chausseewalzen, scharfkantig.

Das Walzen beginnt gewöhnlich auf beiden Seiten der Strasse und zwar an den Bordsteinen, es kann aber auch einseitig in der Weise geschehen, dass zunächst die eine und dann die andere Seite der Strasse gewalzt wird.

Ist man mit der Walze auf dem neben den Bordsteinen liegenden Asphaltpulver einmal langsam hin- und hergefahren, so rückt man einige Zentimeter nach der Strassenmitte zu, fährt hier einmal hin und zurück, rückt wieder einige Zentimeter nach der Mitte und wiederholt diesen Vorgang, bis man in der Mitte an den bereits erwähnten später abzurundenden 50 cm breiten Streifen kommt, welcher erst ganz zuletzt abgewalzt wird, nachdem man mit dem Walzen auf beiden Seiten der Strasse fertig ist.

Das Umwenden der Walze darf nie auf der frisch gewalzten Decke geschehen.

Nunmehr beginnt die Stampfarbeit mit den ebenfalls erwärmten Stampfen.

Zunächst wird der Asphalt an den Bordschwellen, an der bereits fertig gestellten Asphaltstrasse, den Strassenbahnschienen usw. mit einem etwa 10 kg

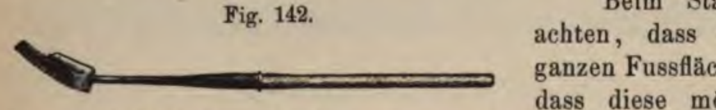
Fig. 140. Fig. 141.



schweren Fugeneisen (Fig. 140) festgestampft und darauf die übrige Decke mit den etwa 22 kg schweren Stampfern (Fig. 141).

Während die Fugeneisen eine rechteckige Fussplatte haben, ist die der Stampfer rund. Die Stiele sind, ebenso wie die der Bügeleisen (Fig. 142), von Holz.

Fig. 142.



Beim Stampfen ist darauf zu achten, dass der Asphalt von der ganzen Fussfläche getroffen wird, d. h., dass diese möglichst senkrecht auf den Asphalt fällt und dass dieser zunächst mit schwächeren und dann erst mit stärkeren Schlägen bearbeitet wird.

Ist durch das Stampfen ein weiteres Zusammendrücken des Asphalts nicht mehr zu erzielen, so wird mit dem in Fig. 142 dargestellten Plätt- oder Bügeleisen, welches stark erwärmt wird, über die Asphaltdecke gestrichen, wodurch etwaige Poren, Haarrisse usw. geschlossen werden.

Das Bügeleisen wiegt wie die Stampfen etwa 22 kg.

Zum Schluss wird die Asphaltdecke mit feinem Sande bestreut.

Die nunmehr fertige Strasse hat eine Asphaltstärke von 5 cm, welche durch den Verkehr noch um etwa 1 bis 1,5 cm zusammengedrückt wird und ist wasserundurchlässig, fest und von dunkelbraunem Aussehen.

Ein paar Stunden nach der Fertigstellung hat sich der Asphalt abgekühlt und die Strasse kann dann sofort dem Verkehr übergeben werden.

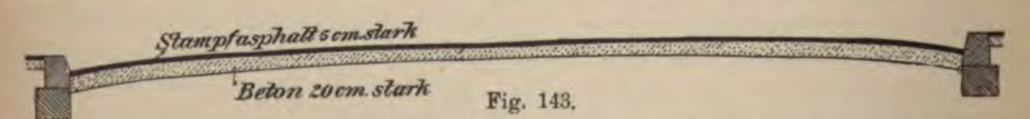


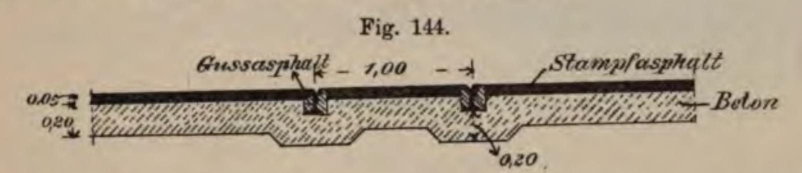
Fig. 143.

Fig. 143 zeigt ein Strassenprofil, wie es von „The Neuchâtel Asphalt Co. in Berlin“ ausgeführt wird und das als Normalprofil für Asphaltstrassen anzusehen ist.

e) Ausführung in Strassen mit Strassenbahngleisen.

Da die *Asphaltdecke* eine geringere Stärke besitzt, als die Höhe der Schienen beträgt, so müssen im *Beton Einschnitte* angeordnet werden, in welche die Schienen hineingelegt werden. Hieraus ergibt sich eine *Verstärkung des Betons unter den Gleisen* (Fig. 144).

Fig. 144.



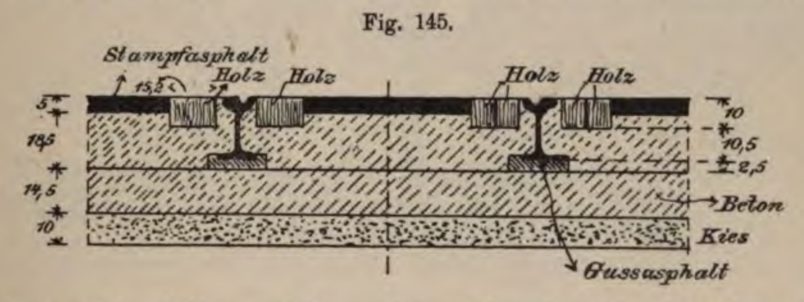
Sind die Schienen eingelegt, so wird der Schienenhals mit Sand, Gussasphalt oder Beton gefüllt.

Da sich die *unmittelbare Verbindung* des Stampfasphalts mit den Strassenbahnschienen insofern *nicht bewährt* hat, dass die Anschlussränder nicht dicht zu bekommen sind und daher fortwährend zerstört werden, so hat man zur Beseitigung dieses Uebelstandes verschiedene Hilfsmittel ersonnen und ausgeführt, von denen folgende erwähnt werden sollen:

1. Zwischen den Schienen und zu beiden Seiten derselben wird statt der Asphaltbefestigung Reihenpflaster angeordnet. Doch hat sich diese Anordnung nicht bewährt, weil die Auswechselung schadhafter Steine sich sehr schwierig gestaltete.

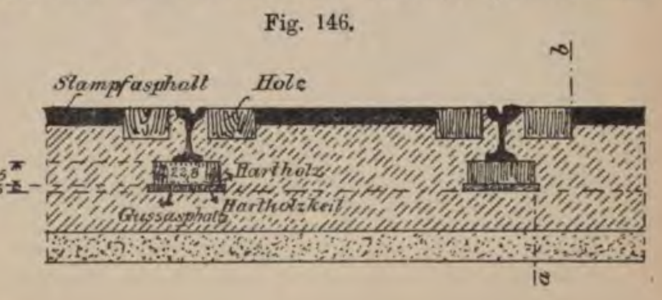
2. Die Firma *Staerker & Fischer* in Leipzig hat dort und in anderen Städten sehr gute Erfolge mit ihrer in Fig. 145 dargestellten Konstruktion erzielt.

Fig. 145.



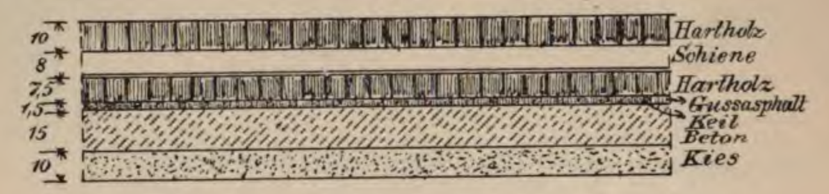
Die Schiene wird auf Gussasphalt gesetzt, während rechts und links von dieser ein oder zwei Reihen Steine aus dem australischen Hartholz „Tallowwood" verlegt werden, gegen welche dann der Asphalt gestampft wird. Diese Konstruktion soll sich sehr gut bewährt haben, was man von ähnlichen Konstruktionen mit anderen Holzarten nicht durchweg behaupten kann, da das Holz sich

Fig. 146.



gewöhnlich schnell abnutzt und die Schienen dann über die Oberfläche desselben heraussehen, was für den Fuhrwerksverkehr unangenehm, mitunter sogar gefährlich ist.

Fig. 147.



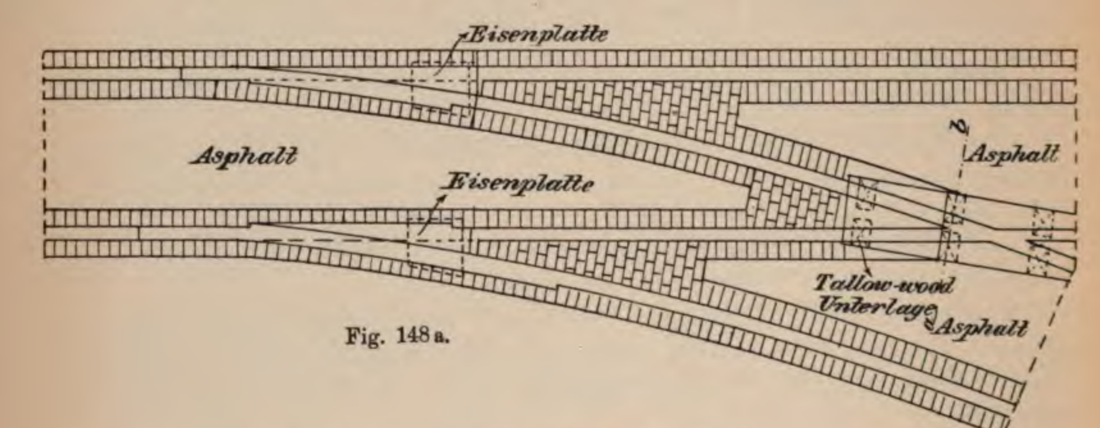
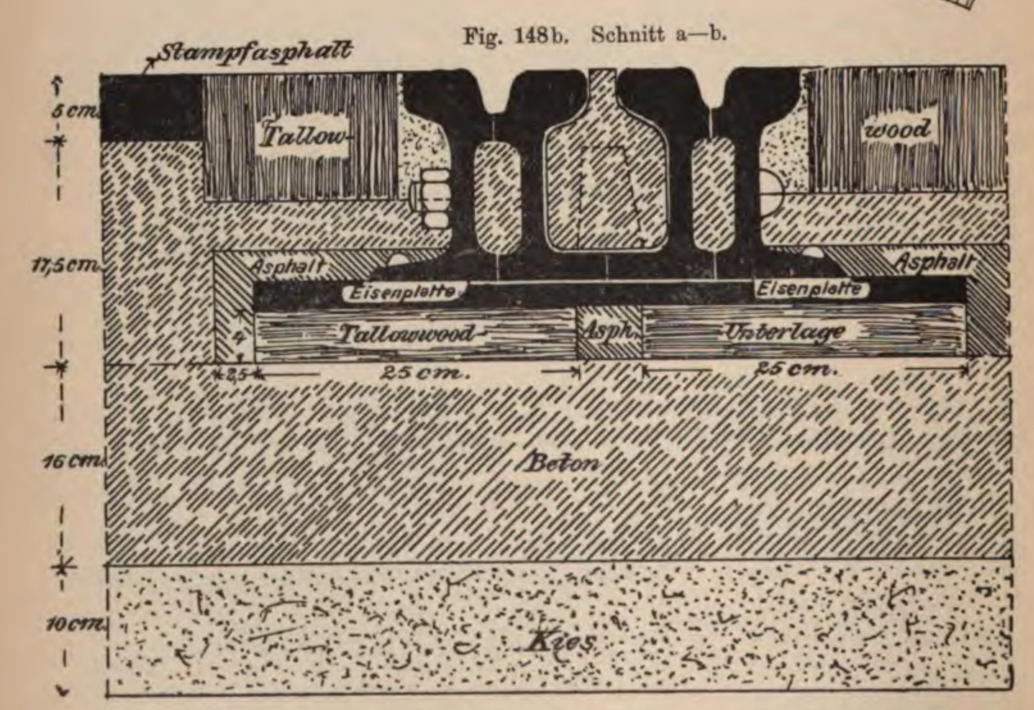


Fig. 148 a.

Fig. 148 b. Schnitt a—b.



Eine andere in den Figuren 146 und 147 dargestellte ebenfalls von der vorgenannten Firma ausgeführte Konstruktion ist die, dass auf Gussasphalt mit

Tallowwood-Keilen ein Tallowwood-Stein gelegt wird, auf welchem die Schiene auflagert (Fig. 147 stellt den Schnitt a—b dar).

Die Figuren 148 und 149 zeigen die Anordnung einer Gleisabzweigung und Gleiskreuzung in Asphaltstrassen unter Anwendung von Tallowwood-Steinen.

Die Steine haben eine Dicke von 76 mm, eine Länge von 152 bezw. 228 mm und eine Breite von 100 mm.

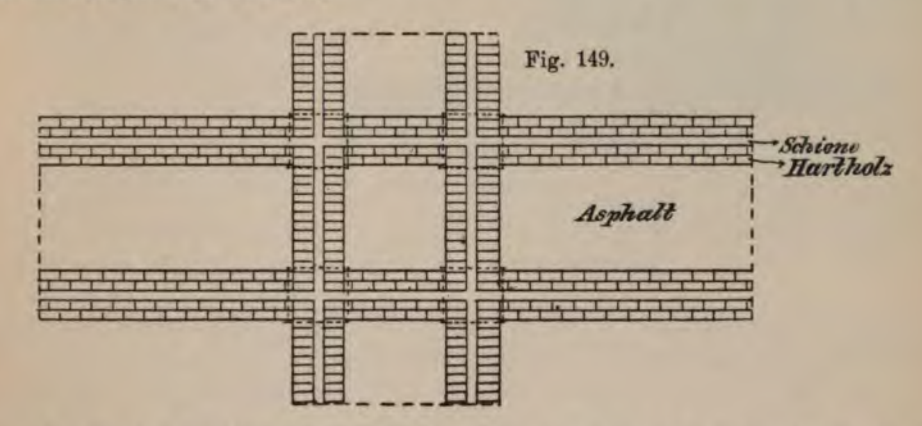
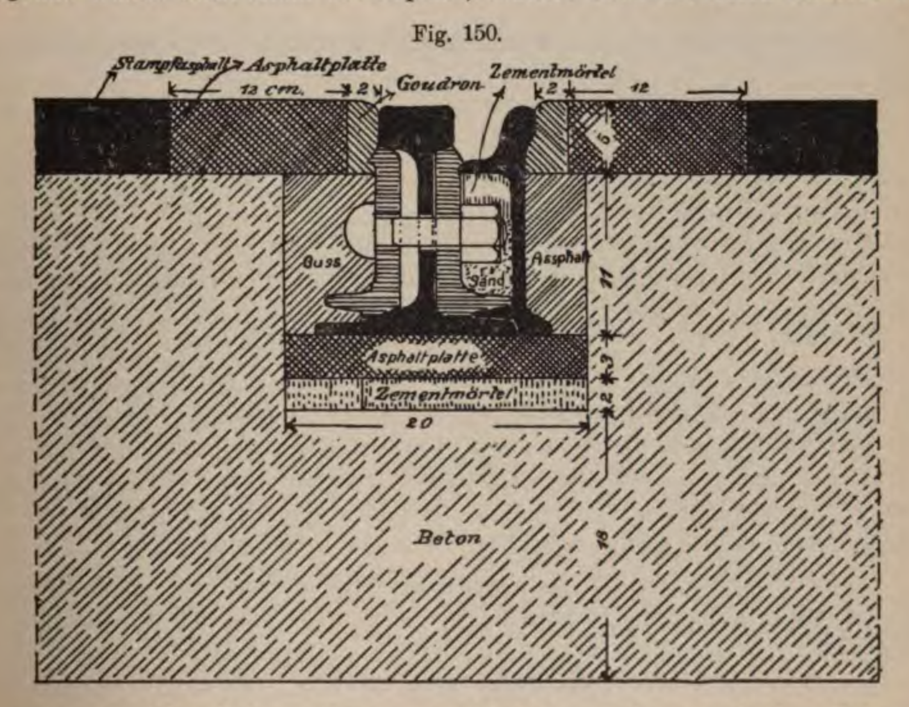


Fig. 149.

Da durch die Erschütterungen, welche beim Befahren der Gleise hervorgerufen werden, sowie durch das zwischen den Schienen und dem Asphalt eindringende Wasser nicht allein der Asphalt, sondern auch der Beton zerstört wird,

Fig. 150.



so genügt es nicht allein, ersteres zu verhindern, sondern auch dem Beton genügend Schutz gegen Zerstörung zu gewähren.

In welcher Weise dies geschehen kann, zeigt der in Fig. 150 dargestellte

Unterbau der Strassenbahn in Asphaltstrassen in Frankfurt a./M. und Fig. 151 in Hannover.

Die in Fig. 150 unter der Schiene liegenden Asphaltplatten sind 20 cm breit und 3 cm stark. Sie werden an die Schiene mit Draht befestigt und mit flüssigem Zement untergossen. In Fig. 151 ist statt der Asphaltplatten-Unterlage eine solche von Asphaltbeton in einer Mischung von etwa 1,2 Teilen Mastix zu 1 Teil Kies gewählt, diese Anordnung empfiehlt sich auch bei Reparaturen.

Fig. 151.

Die in Frankfurt a./M. und in anderen Städten benutzten Asphaltplatten haben sich nicht nur allein als Verbindungsstücke zwischen Strassenbahn und Stampfasphaltdecke bewährt, sondern auch zur Befestigung ganzer Fahrdämme und sollen daher im Kapitel „Strassenbefestigung mit Asphaltplatten“ ausführlich besprochen werden.

In Fig. 152 ist angegeben, wie die bereits erwähnte „The Neuchâtel-Asphalt-Co.“ die Gleise durch Gussasphalt mit dem Stampfasphalt verbindet.



Fig. 152.

Ausserdem legt sie unter den Schienenfuss 15 mm starken Gussasphalt, ähnlich wie in Fig. 145 gezeigt.

Da Gussasphalt weicher und elastischer als Stampfasphalt ist, so gibt er den Schienenstössen leichter nach und wird nicht so schnell zerstört wie der letztere.

f) Dauer und Unterhaltung der Stampfasphaltstrassen.

Für die Abnutzung der Asphaltbahnen ist der mehr schleifende Verkehr der Fussgänger nachteiliger, als die senkrechten Tritte und Stösse der Zugtiere und das Schleifen der Räder auf dem Asphalt.

Wenn nicht besondere Verhältnisse eine frühere Erneuerung des Asphaltbelages notwendig machen, so wird die Erneuerung dann vorzunehmen sein, wenn die Dicke der Asphaltschicht bis auf 1,5 cm abgenommen hat.

Nach in Dresden gemachten Erfahrungen macht sich nach den Mitteilungen des dortigen städtischen Tiefbauamtes eine Erneuerung der Asphaltschicht erforderlich:

bei schwachem Verkehr nach 18 Jahren
„ mittlerem „ „ 12 „
„ starkem „ „ 8 „

Voraussetzung hierbei ist allerdings gutes Material und gute Arbeit.

Da unter der Einwirkung der Sonnenwärme das Bitumen sich verflüchtigt, so ergibt sich, dass auch die Temperatur einen grossen Einfluss auf die Dauer der Haltbarkeit des Asphaltbelages insofern ausübt, als bei demselben Verkehr der Asphalt um so länger liegen wird, je weniger er den Einwirkungen der Sonnenwärme ausgesetzt ist.

Wie bekannt, werden im Winter die Strassenbahngleise bei Schneefall mit Salz bestreut, um den Schnee schnell zu beseitigen; es wird nämlich dem Salz die Eigenschaft zugeschrieben, die Dichte des Asphalts aufzulösen und ihn in eine zusammenhanglose, breiige Masse zu verwandeln. Anderseits haben Versuche mit mehreren Asphaltbelägen die Richtigkeit dieser Behauptung nicht ergeben. Es scheinen demnach die verschiedenen Asphaltsorten sich den Einwirkungen gesättigter Salzlösungen gegenüber verschieden zu verhalten.

Ausserdem soll eine Beigabe von Glyzerin und Bleiglätte den Asphaltbahnen eine grössere Härte und Wetterfestigkeit verleihen, so dass man immer in der Lage ist, falls man von vornherein darauf Rücksicht nimmt, den vorgenannten Uebelstand zu beseitigen.

Bereits auf Seite 73 ist der sehr nachteiligen Wellenbildung auf der Oberfläche der Stampfasphaltstrassen gedacht und als ein Grund für dieselbe die ungleich starke Aufbringung des Asphaltpulvers genannt. Doch ist dies, wie gesagt, nur ein Grund und noch dazu nur ein „höchstwahrscheinlicher"; während man im übrigen über die Ursachen, welche die sehr unangenehmen Wellenbildungen hervorrufen, noch vollständig im unklaren ist. Verkehr und Material haben hierauf jedenfalls keinen Einfluss, da man Wellenbildungen sowohl in Strassen mit schwachem als auch mit starkem Verkehr beobachtet hat, ebenso wie eine mit demselben Material und von denselben Arbeitern ausgeführte Asphaltierung in einem Teil der Strasse gut gelegen hat, während sich im andern Wellen gezeigt haben.

Treten bei neuen Strassen-Asphaltierungen Wellenbildungen auf, so rührt dies gewöhnlich davon her, dass das Asphaltpulver sich nicht gleichmäfsig abgekühlt hat und nicht gleichmäfsig gestampft ist.

Zu bituminöser Asphalt oder sehr feinkörniges Pulver kann ebenfalls, weil die Asphaltbahn zu weich bleibt, Wellenbildungen hervorrufen. Ferner können Wasseransammlungen unter der Asphaltdecke oder Blähungen des Betons Ursache der Wellenbildung sein.

Manchmal verschwinden die Wellen bald von selbst wieder, manchmal müssen sie aber auch durch Erneuerung des Asphaltbelages beseitigt werden.

Im Stampfasphalt treten, ebenso auch im Gussasphalt, hervorgerufen durch Temperaturveränderungen oder durch Risse im Beton, Risse auf, welche bei starkem Verkehr meist bald zugedrückt werden, anderenfalls aber mit Asphalt ausgebessert werden müssen.

Fig. 153.

Fig. 154.



Die Ausbesserungen schadhafter Stellen bestehen gewöhnlich darin, dass der Asphalt um die schadhafte Stelle ausgemeisselt wird, wozu man sich der im

Figur 153 bis 155 abgebildeten Geräte bedient, worauf entweder sofort wieder neuer Asphalt auf den Beton gestampft oder, falls dies aus irgend einem Grunde nicht möglich, vorläufig mit Gussasphalt ausgefüllt wird (Fig. 153 Asphaltbeil, Fig. 154 Asphaltkeil, Fig. 155 Asphalthammer).

Fig. 155.

Mit Gussasphalt ausgebesserte Löcher liegen häufig länger als ein Jahr, ehe sie schadhaft werden.

Grössere Reparaturen werden, um den Verkehr nicht zu stören, meist in der Nacht ausgeführt.

Hat man geübte Asphaltarbeiter nicht immer zur Hand, so kann man ausser dem eben genannten Zufüllen der Löcher mit Gussasphalt, auch die noch zu besprechenden Asphaltplatten verwenden. Auch hierbei hat man den Vorteil, durch gewöhnliche Strassenarbeiter die Reparatur vornehmen zu können.

Ueber die Schwierigkeit der Vornahme von Ausbesserungen an den in dem Strassenkörper liegenden Versorgungsleitungen sei auf das hierüber bereits auf Seite 45 Gesagte hingewiesen.

g) Kosten des Asphaltpflasters.

Nach „Osthoff, Kostenberechnungen für Ingenieurbauten, Leipzig 1902, Verlag von Arnd in Leipzig, betragen die Herstellungskosten für eine Asphaltbahn mit Betonunterbettung:

a) Planierung der Auf- und Abträge im Tonboden, für 1 qm . .	0,08 Mk.
b) Stampfen des Bodens bei 10 cm Stärke, für 1 qm	0,10 „
c) Beton aus mittelharten Bruchsteinen in Zementmörtel, für 1 cbm = 25 Mark; 15 cm stark, für 1 qm	3,75 „
d) Asphaltdecke 5 cm stark; Bedarf an Asphalt 75 kg und an Sand 0,03 cbm; für 1 qm	11,32 „
e) Die Herstellung der Beton- und Asphaltdecke; für 1 qm . .	2,80 „
f) Geräte und Aufsicht, je 20 %, für 1 qm	1,45 „
zusammen für 1 qm	19,50 Mk.

Dieser Betrag ist ziemlich hoch angenommen, wie z. B. folgende Angaben des städtischen Tiefbauamtes in Dresden über die Herstellungskosten von Asphaltstrassen daselbst zeigen. Der Betonunterbau (Mischung 1 : 4 : 6) ist 20 cm stark und die Asphaltdecke 5 cm:

a) Beton, einschliesslich Arbeitslohn	4,50 Mk.
b) Asphalt, desgl.	8,25 „
zusammen also 1 qm fertige Asphaltbahn:	12,75 Mk.

Dieser Preis steigt hier und da bis 13,20 Mark, geht aber auch in einigen Städten bis 10,50 Mark herunter.

Im allgemeinen kann man annehmen, dass 1 qm fertige Stampfasphaltbahn 12 bis 15 Mark kostet.

Ueber die Unterhaltungskosten ist folgendes zu bemerken:

Gewöhnlich haben die Unternehmer für eine Reihe von Jahren alle etwa auf den von ihnen ausgeführten Strassen notwendigen Reparaturen unentgeltlich auszuführen und erhalten dann für eine weitere Reihe von Jahren eine Entschädigung für das Quadratmeter Strassenfläche.

So haftet z. B. in Berlin der Unternehmer die ersten 4 bis 5 Jahre für sein Pflaster unentgeltlich; für die folgenden 15 Jahre erhält er jährlich in Strassen ohne Strassenbahngleise 0,50 Mark für das qm Strassenfläche und in Strassen mit Gleisen bekommt er für die Flächen zwischen diesen, sowie 0,65 m rechts und links daneben 0,75 Mark.

Aehnliche Abmachungen bestehen auch in anderen Städten; es sind hierbei bisher sowohl die Stadtverwaltungen als auch die Unternehmer gut gefahren.

h) Herstellung der Fahrbahnen aus Gussasphalt.

Die Ausführung von Strassenbefestigungen mit Gussasphalt ist, wenigstens in Deutschland, bisher über grössere Versuche nicht hinausgekommen und man ist, trotzdem dieselben an manchen Orten, z. B. in Stuttgart, nicht ungünstig ausgefallen sein sollen, doch wieder davon abgekommen.

Der Gussasphalt wurde in zwei Schichten hergestellt, welche zusammen 5 cm stark waren, hatte also die gleiche Stärke wie die Stampfasphaltbahnen.

Die Dauerhaftigkeit der Gussasphaltbahnen ist geringer als die der Stampfasphaltstrassen, wogegen ihre Ausbesserung, wie aus den Ausführungen im Kapitel f, Seite 78, ersichtlich, leichter zu bewerkstelligen ist.

Ebenso kann man ohne Bedenken das alte Aufbruchmaterial wieder verwenden, was man bei dem Stampfasphalt auf alle Fälle unterlassen soll, höchstens kann man letzteres zur Herstellung von Mastix verwenden.

Da die Oberfläche der Gussasphaltstrassen rauher und weicher als die der Stampfasphaltstrassen ist, so haften die Hufe der Zugtiere leichter auf diesen als auf den glatten Bahnen der letzteren, sie sind daher sicherer und auch bei stärker ansteigenden Strassen — 5 bis 6 Proz. — anwendbar.

Der Gussasphalt eignet sich besonders für solche Strassen, welche im Schatten liegen, da das weiche Material unter den Einwirkungen der Sonnenwärme noch weicher wird, an den Füssen der Fussgänger und der Zugtiere haften bleibt und sich an den Rädern der Fuhrwerke aufrollt.

Ein grosser Vorteil ist der, dass man den Gussasphalt ohne weiteres mit den Strassenbahngleisen verbinden kann, wie bereits auf Seite 75—78 beschrieben ist.

Die Gussasphaltstrassen in Stuttgart bestehen aus einer 18 cm starken Betonschicht, auf welche eine 2 cm starke glatte Mörtelschicht aufgebracht ist. Hierauf folgen dann die vorerwähnten zwei je 25 mm starken Lagen Gussasphalt.



Fig. 156.

Die Herstellungskosten betragen für ein qm Strassenfläche 10,50 Mk.

Die ersten fünf Jahre hat der Unternehmer alle Ausbesserungen unentgeltlich vorzunehmen und für die folgenden zehn Jahre erhält er jährlich 0,40 Mk. für das Quadratmeter.

Verwendet wird ungarischer Asphalt. Die Asphaltbrote werden auf der Baustelle in Asphaltdarren unter Zusatz von 1 Proz. reinen Bitumen und 40 Proz. erwärmten, etwa erbsengrossen Kieseln aufgeschmolzen. Um die Oberfläche der

Fahrbahn rauh zu machen, wird in dieselbe, so lange sie noch heiss ist, Porphyrgrus eingedrückt.

Aehnlich günstige Erfahrungen sollen in Dresden mit einem „Granulin" genannten Gussasphalt gemacht worden sein, dessen Zusammensetzung der Firma Reh & Co. in Berlin gesetzlich geschützt ist.

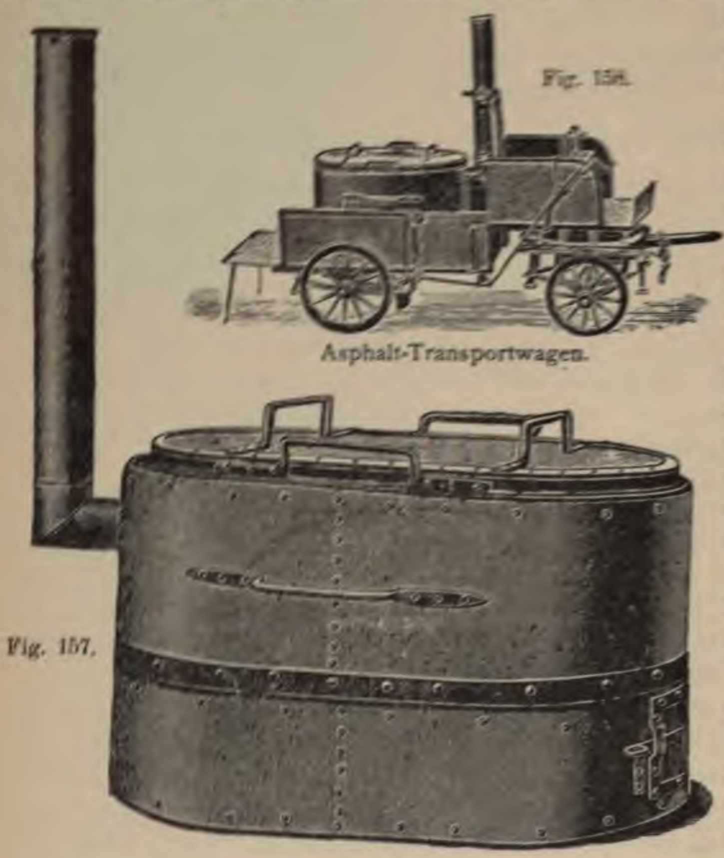


Fig. 158.

Asphalt-Transportwagen.

Fig. 157.

Je nach der Stärke des Granulinasphaltbelages (5; 4,5 bezw. 4 cm) kostet ein Quadratmeter fertige Strasse 13,20 bezw. 12,40 bezw. 11,70 Mk. Granulinasphalt besitzt dieselben Vorteile wie der Gussasphalt, was auch von dem von The Neuchâtel Asphalte Co. unter dem Namen „Majella"-Asphalt hergestellten und gesetzlich geschützten Gussasphalt gelten soll.

Da der Gussasphalt gewöhnlich in der Fabrik und nicht auf der Baustelle verwendungsfertig gemacht wird, so bedarf man zu seinem Transport besonderer mit Rührwerk versehener Transportmaschinen, wie eine solche in Fig. 156 dargestellt ist.



Fig. 159.

Das Kochen geschieht in runden oder ovalen Asphaltöfen. Der in Figur 157 dargestellte Ofen hat den Vorteil, dass das Feuer zweimal um den Kessel herumgeleitet und dadurch bedeutend an Brennmaterial gespart wird. Sollen diese Oefen nach der Baustelle transportiert werden, so geschieht dies auf dem Apshalt-Transportwagen (Figur 158).

Fig. 159 zeigt einen fahrbaren Asphaltofen, wie er bei Vornahme kleinerer Arbeiten, bei Ausbesserungen, beim Ausgiessen der Fugen beim Reihenpflaster usw. zur Anwendung gelangt.

5. Asphaltplatten-Pflaster.

Die Schwierigkeit der ordnungsmäfsigen Herstellung von Stampfasphaltpflaster, die Unmöglichkeit, dasselbe mit den Strassenbahngleisen dicht zu verbinden und dauernd dicht zu erhalten, die Wellenbildung der Asphaltbahn, sowie die Beschränkung seiner Verwendung auf horizontal oder nur wenig geneigt liegende Strassen haben dahin geführt, Platten aus Asphalt herzustellen und diese zum Belegen der Fahrwege zu verwenden. Diese Platten besitzen die Vorteile des Stampfasphalts, ohne dessen Nachteile.

Die gewöhnlichen Abmessungen der Asphaltplatten sind 25/25 cm oder 25/20 cm oder 20/10 cm, während ihre Stärke durchweg 5 cm beträgt, weshalb sie auch vielfach zu Ausbesserungen von Stampfasphaltbahnen benutzt werden.

Verlegt werden sie entweder direkt auf eine Betonunterbettung oder auf ein Zementmörtel- oder Asphaltmörtel- oder Asphaltpulverbett mit ganz engen Fugen und im Verbande. Die Fugen werden entweder mit Gussasphalt ausgegossen oder mit Stampfasphalt ausgestampft oder sie bleiben offen und werden durch den Verkehr geschlossen.

Fast alle Asphaltierungsgesellschaften fertigen auch Asphaltplatten; ausserdem sind die bekanntesten Plattenkonstruktionen folgende:

a) Die Platten von Kahlbetzer in Deutz.

Das lose Asphaltpulver wird in eine Form 9 cm hoch aufgefüllt und durch hohen hydraulischen Druck bis auf 5 cm Stärke zusammengepresst.

Diese Platten haben sich bisher zur Fahrbahnbefestigung weniger gut bewährt als zur Fusswegbefestigung, da durch die Einwirkung des Fuhrwerksverkehrs eine ungleichmäfsige Abnutzung, bezw. Zerstörung eintritt und die Ergänzung einzelner Platten mit grossen Schwierigkeiten verknüpft ist. Dies leuchtet ohne weiteres ein, wenn man bedenkt, dass die der zerstörten Platte benachbarten auch bereits durch den Verkehr abgeschleift sind, die neue Platte also diese überragen wird oder aber, wenn man der neuen Platte die gleiche Stärke gibt wie den benachbarten, dann diese noch nicht so fest ist, wie die übrigen es unter der Einwirkung des Verkehrs bereits geworden sind. Die neue Platte wird daher schneller abgenutzt und zerstört werden als die benachbarten Platten.

b) Die Löhrschen Patent-Stampfasphalt-Platten

bestehen aus einer oberen 2,5 bis 3 cm starken Stampfasphalt- und einer unteren 3,5 bis 3 cm starken Zementbetonschicht, welche unter hohem Druck zu einem untrennbaren Körper vereinigt werden.

Die Platten haben quadratische Grundfläche von 25 cm Seitenlänge und sind 6 cm stark.

Die als Unterbettung dienende Betonschicht ist 15 cm stark, auf welche eine 2,5 cm starke Mörtelschicht kommt, in die dann die Platten verlegt und eingerammt werden.

Als Fugendichtung dient Zementmilch oder heisser Asphalt.

Durch die Einwirkungen des Verkehrs schliessen sich die Fugen nach kurzer Zeit vollständig.

In Magdeburg sind, meines Wissens, an Stelle der zusammenhängenden Betonunterlage auch Betonklötze von 25/35 cm Seitenlänge und 17 cm Höhe auf Sandbettung verlegt worden, deren möglichst eng gehaltene Stossfugen nur mit trockenem Sand ausgefüllt worden sind. Dieses Unterpflaster wird mit Zementmörtel (Mischung 1 : 2) abgeglichen und hierauf werden dann die Asphalt-Zementplatten unmittelbar verlegt.

Die Platten bilden eine vollständig ebene Oberfläche, wie sie selbst bei der sorgfältigsten Ausführung in Stampfasphalt nicht zu erreichen ist, wo sich, wie man bei jedem Regenwetter beobachten kann, mehr oder weniger grosse Mulden nicht vermeiden lassen.

Auch bei den unumgänglichen Aufbrüchen, zwecks Vornahme von Ausbesserungen an den Leitungen des Versorgungsnetzes, lässt sich die aus den einzelnen Betonblöcken bestehende Unterlage leicht herausnehmen und wieder einsetzen, ebenso wie die Asphaltplatten leicht von einander zu lösen sind, wenn auch einzelne derselben vielleicht beschädigt werden mögen.

1 qm fertige Fahrbahn kostet 7,50 bis 8,00 Mark.

6. Pflaster aus Asphaltklötzen.

Asphaltklötze, welche ähnlich wie Pflastersteine verwandt werden, haben eine Grösse von 15 : 15 : 7 bis 25 : 15 : 6 cm und bestehen aus einer Mischung von Asphaltmastix mit Basaltkleinschlag und einer gewellten Drahtgewebeeinlage. Bordsteine aus diesem Material werden mit Vorteil zum Anschluss an die Strassenbahngleise benutzt.

7. Asphaltbeton- oder Pechmakadam-Pflaster.

Diese Befestigungsart kann da angewandt werden, wo eine abgenutzte, gewöhnliche Schotterbahn als Unterlage verwendet werden kann.

Auf diese kommt eine 8 cm starke Decke aus einem Gemisch von Kleinschlag mit bitumenreichem Asphaltpulver, die nach erfolgter Dichtung durch Stampfen oder Abwalzen mit einer die Hohlräume ausfüllenden Teermischung begossen wird.

Die Herstellungskosten betragen für 1 qm fertige Fahrbahndecke etwa 9 bis 13 Mark.

Hierher gehört auch der der Firma Schneider & Siegrist in Strassburg im Elsass patentierte „Granitasphaltbelag“.

Eine mit gemahlenem Granit gekochte Asphaltmischung wird auf einer 10 bis 15 cm starken Betonunterlage in einer Stärke von 1,5 cm aufgetragen und, während sie noch in heissflüssigem Zustande ist, Granitsteinschlag von 3 bis 5 cm Korngrösse in der Weise eingekittet, dass sich die Steine fast berühren, indessen noch jedes von dem Granitasphaltguss umgeben und die grössere Fläche der Steinstückchen nach unten gerichtet ist. Nach Erhärtung des Ganzen wird eine Decklage von Granitguss darüber gegossen.

Die Abnutzung soll eine sehr gleichmäfsige sein.

8. Das Beton- oder Zementpflaster.

Die Decke dieses Pflasters ist fast ebenso eben, wie die einer Stampfasphalt-Fahrbahn, befährt sich aber, da das Material hart und spröde ist, nicht geräuschlos,

es machen sich die kleinsten Unebenheiten in unangenehmer Weise bemerkbar. Auch soll diese Pflasterung die für eine Strassenbefestigung nachteilige Staubbildung besitzen. Das unangenehmste aber ist die durch das harte Material bedingte Schwierigkeit, an die Versorgungsleitungen herankommen und am Pflaster selbst schwer Reparaturen vornehmen zu können.

Auch der Anschluss an die Strassenbahngleise ist mangelhaft.

Immerhin mag das Betonpflaster, seiner Preiswürdigkeit wegen, in Strassen ohne Strassenbahngleise und von geringer Verkehrsbedeutung mit Vorteil angewandt werden können.

Das Pflaster besteht aus einer Betonschicht von 15 cm Höhe, auf welche eine 5 bis 6 cm starke Knacklage in reinem Zement im Mischungsverhältnis von 1 : 3 ohne jeden weiteren Zusatz von Sand aufgebracht, fest eingestampft und in der Oberfläche glatt abgezogen wird.

In einigen Städten ist die Betonschicht bis 30 cm stark gemacht und dann in drei Schichten eingebracht worden, deren jede für sich festgestampft wurde, bevor man die folgende aufbrachte.

In der ersten Zeit muss man die Oberfläche durch eine Sanddecke schützen.

9. Kieserlings Basaltzementstein-Pflaster.

Das der Firma Robert Kieserling in Altona patentierte Basaltzementstein-Pflaster ist eine Strassendecke aus Kunststeinmasse, die durch ein eigenartiges Bindemittel und Füllstoff Eigenschaften erlangt, welche sie für Strassenpflaster besonders gut verwendbar macht.

Das Pflaster wird in einer stärkeren Unterschicht und einer schwächeren Deckschicht in fugenloser, innig zusammenhängender Bahn aufgetragen — in geeigneten Abständen (gewöhnlich 8 bis 12 m) sind Temperaturfugen, welche ein Ausdehnen des Pflasters ermöglichen, vorgesehen — und zeigt eine gleichmäfsige, griffige Oberfläche.

Die Deckschicht wird aus einem harten, nicht verwitternden, unzerreibbaren Material hergestellt, welches bei hoher Druckfestigkeit in bezug auf Abnutzung, Härte, Dichtigkeit und Fähigkeit der Wasseraufnahme den deutschen Graniten so gut wie gleich sein soll.

Wie gross seine Tragfähigkeit ist, geht daraus hervor, dass es bei Versuchen eine Belastung von 5000 kg Raddruck ausgehalten hat.

Das Pflaster soll nur durch Senkungen des Untergrundes schadhaft werden können und Reparaturen, Legung von Leitungen usw. können — nach Angabe der Firma — ohne Aufbruch der Strasse unterhalb der Pflasterung, demnach also ohne verkehrsstörende Strassensperrung, vorgenommen werden.

Auf einem Planum mit 15 bis 20 cm hoher Kiesschicht wird das Pflaster etwa 20 cm stark aufgebracht.

10. Das Holzpflaster.

a) Allgemeines.

Das Holzpflaster wird wegen seiner Geräuschlosigkeit und weil es sich infolge seiner Elastizität angenehm befährt, namentlich in Strassen mit lebhaftem Verkehr, in der Nähe von Schulen, Kirchen und Krankenhäusern, auch auf eisernen Brücken, seines geringen Gewichts wegen, viel verwandt.

Bei sehr lebhaftem schweren Fuhrwerksverkehr empfiehlt sich Holzpflaster nicht, ebenso wenig in Strassen, welche der Sonnenwärme und der Zugluft nicht ausgesetzt sind, da in solchen Strassen das Holz nach Regenwetter schwer austrocknet.

Wenn auch das Holzpflaster bei Nässe glatt wird, so ist die Gefahr des Ausgleitens für die Zugtiere nicht so gross, wie auf den Stampfasphaltbahnen. Mit letzteren gemein hat es die geringe Schmutzbildung und die leichte Reinigung.

b) Die Unterbettung.

Als Unterbettung wird guter, unnachgiebiger Beton (Mischung 1 : 7 bis 1 : 8) in einer Stärke von 15 bis 20 cm verwandt, dessen Oberfläche mit einem dem Querprofil der künftigen Strassenoberfläche entsprechenden Zementmörtel (Mischung 1 : 3) abgeglichen wird.

Unter den Strassenbahngleisen wird die Betondecke gewöhnlich bis auf 25 cm verstärkt.

Im übrigen gilt alles das, was von der Unterbettung beim Asphaltpflaster gesagt ist, auch für die Unterbettung des Holzpflasters.

Das Quergefälle der Strassen beim Holzpflaster kann sehr gering zu 1 : 60 bis 1 : 100 angenommen werden. Manchmal wird auch das Querprofil in der Weise gebrochen, dass von der Mitte nach beiden Seiten die Strasse mit dem vorgenannten schwachen Gefälle fällt, während in Entfernung von etwa einem Meter von der Bordkante, ein stärkeres Gefälle von etwa 1 : 20 bis 1 : 25 einsetzt. Der Zweck dieser Anordnung ist der, ein Zusammenhalten des Regenwassers bei starken Niederschlägen am Rinnstein zu erreichen und eine Ueberschwemmung des Fahrdammes zu verhindern.

Da auf dem Holzpflaster die Hufe der Zugtiere mehr Halt finden, als beim Asphaltpflaster, so kann ersteres auch in Strassen mit stärkerem Gefälle verlegt werden und man kann ein Längsgefälle von 1 : 25 als die stärkste zulässige Steigung ansehen. Im allgemeinen soll jedoch das Längsgefälle nicht mehr als 1 : 40 betragen.

c) Das Material.

Trotzdem die Befestigung der Strassen mit Holzpflaster älter ist als die mit Stampfasphalt, hat sich doch bis in die jüngste Zeit hinein dieses nicht so einbürgern können wie das letztere.

Und anscheinend mit vollem Recht. Denn wenn man den Zustand der älteren mit Holzpflaster befestigten Strassen sieht, kann man nur zu der Ueberzeugung kommen, dass Holz nicht zur Fahrbahnbefestigung geeignet sei.

Und doch ist dem nicht so. Schuld an dem Misserfolge des Holzpflasters waren einmal die falsche Ansicht, dass die härtesten Holzarten auch das beste Pflaster ergeben müssen, während gerade umgekehrt die weicheren Holzarten — ebenso wie die weicheren natürlichen Steine — sich gleichmäfsig abnutzen und sich also bis zuletzt angenehm und nicht holprig befahren lassen und ferner falsches Format der Klötze, sowie die unrichtige Art des Verlegens und der Behandlung des Pflasters.

Man hat daher die Verwendung des harten Eichen- und Buchenholzes zur Anfertigung der Klötze fast vollständig aufgegeben und benutzt von unseren

einheimischen Hölzern in erster Reihe das harzreiche Kiefernholz und nächst diesem das Tannenholz.

Sehr viel verwandt wird auch die schwedische Kiefer und von anderen ausländischen Hölzern das australische Jarrah-, das Kirri- und das Tallowwoodholz, sowie das amerikanische Pitch-pine.

Die australischen Hölzer sind härter als das deutsche und schwedische Kiefernholz und man sagt, wenigstens dem Jarrah- und dem Kirriholz nach, dass es unter den Einwirkungen des Verkehrs leicht glatt wird.

Die Holzklötze sollen gleichmäfsig gut, nicht zu niedrig und schmal sein.

Klötze, welche Risse, Aeste oder dergl. zeigen, sind von der Verwendung unbedingt auszuschliessen, die anderen aber nach ihrer Dichtigkeit zusammenzulegen und nur Klötze von gleicher Dichtigkeit in derselben Strassenstrecke zu verwenden. Man bezeichnet dieses Verfahren mit „französische Sortierung", weil in dieser Weise zuerst und heute noch und zwar mit bestem Erfolge in Paris verfahren wird.

Die Abmessungen der einzelnen Holzklötze sind sehr verschieden und schwanken zwischen 10 bis 15 cm Höhe, 8 cm Breite und 12 bis 26 cm Länge. Sie werden jetzt allgemein vor ihrer Verwendung durchtränkt und zwar mit Chlorzink und Karbolsäure unter Niederdruck oder auch durch einfaches Eintauchen in Kreosot.

d) Die Ausführung.

Während früher die Klötze nicht direkt auf die Betonunterbettung, sondern auf einer auf dieser aufgebrachten Asphalt- oder 3 bis 5 cm starken Sandschicht oder auf einer Brettlage aufgesetzt wurden, werden sie in neuerer Zeit direkt auf den Beton gesetzt, wobei die Reihen entweder senkrecht oder, was jetzt allgemeiner geschieht, unter 45° geneigt zur Strassenachse stehen.

Die letztere Anordnung ist nach den bisherigen Erfahrungen als die bessere zu betrachten.

An den Rinnsteinen werden die Klötze gewöhnlich parallel zur Strassenrichtung und mit Rücksicht auf die, durch die Witterungseinflüsse hervorgerufene, seitliche Ausdehnung des Pflasters mit breiteren Fugen versetzt.

Da das Holz unter den Einwirkungen der Nässe sich ausdehnt (es arbeitet), so müssen die Klötze mit 8 bis 10 mm breiten Fugen versetzt werden, auch muss zwischen Pflaster und Bordschwelle ein Raum von etwa 5 cm Breite verbleiben, welcher mit einer plastischen Tonmasse ausgefüllt wird.

Die Firma Heinrich Freese in Berlin, wohl die bedeutendste Unternehmung für Holzpflasterbefestigung, stellt dieses aus imprägniertem schwedischen Kiefernholz seit dem Jahre 1891 und zwar in folgender Weise her:

Nachdem die Klötze auf französische Art sorgfältig sortiert sind, werden dieselben direkt auf den Beton gesetzt und zwischen je zwei Reihen wird eine dünne 4 bis 5 cm hohe Leiste gelegt, welche ebenfalls unmittelbar auf dem Beton aufliegt. Darauf werden die Fugen mit Zementmörtel (Mischung 1 : 2) ausgefüllt und, nachdem dieser erhärtet ist, wird die ganze Oberfläche mit einer dünnen Lage Perlkies oder mit feingesiebtem Porphyrgrus abgedeckt.

Die Beschüttung wird vierteljährlich wiederholt.

Die Ausdehnungsfuge an den Rinnsteinen wird zu $^2/_3$ mit Sand und zu $^1/_3$ mit Ton ausgefüllt (Fig. 160).

Die Klötze sind auf verkehrsreichen Strassen 13, sonst 10 cm hoch.

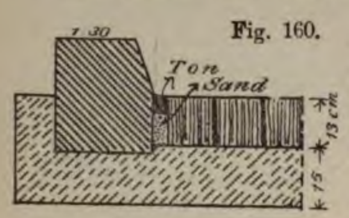
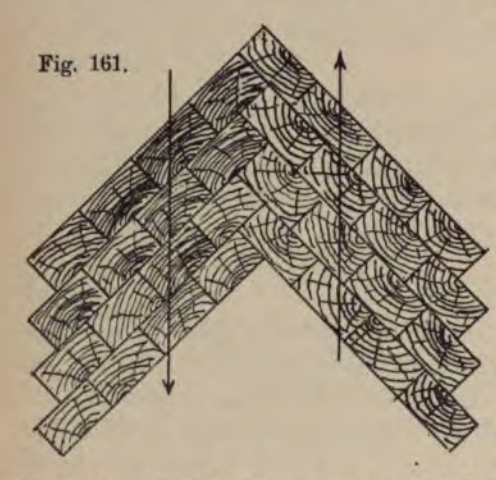


Fig. 160.

Ferner lässt Freese, wie Figur 161 zeigt, die Klötze so verlegen, dass ihre Jahresringe immer mit der Fahrtrichtung, d. h. in Berücksichtigung des in den grösseren deutschen Städten überall vorgeschriebenen „Rechtsfahrens“, liegen.

Früher wurden die Fugen statt mit Zementmörtel in ihrem unteren Teile mit Sand ausgefüllt und in ihrem oberen mit Kohlenteer und Schwarzpech ausgegossen. Das Ausgiessen der Fugen mit Asphalt und Pech empfiehlt sich aber deshalb nicht, weil dieses im Sommer emporquillt, die Strassenoberfläche beschmutzt und die Klötze sich lockern.


Fig. 161.

Die bekannte Firma Staerker & Fischer in Leipzig verwendet zur Strassenpflasterung das australische Hartholz „Tallowwood“ und zwar in folgender Weise:

Das Querprofil der Strassen beträgt 1:100 bis 1:80. Die Ausdehnungsfuge an den Bordschwellen erhält eine Breite von 3 bis 5 cm und wird nach dem Versetzen mit plastischem Ton ausgefüllt. Die Holzklötze werden nach ihrer Stärke genau sortiert und kurz vor dem Versetzen in eine bis zum Sieden erhitzte Goudron-Mischung von spezieller Zusammensetzung so eingetaucht, dass diese Masse nach dem Versetzen die Fuge vollständig ausfüllt.

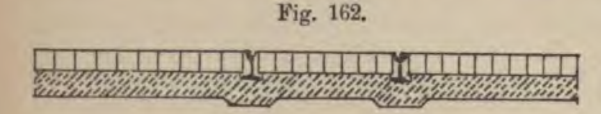
Die Klötze müssen so dicht wie möglich an einander gesetzt werden, so dass die Oberfläche des Pflasters eine vollständig gleichmäfsige Ebene bildet.

Darauf wird die Oberfläche mit der ziemlich hoch erhitzten Eintauchmasse überstrichen und auf den Aufstrich noch in warmem Zustande eine kleinkörnige Sandschicht von 1 cm Höhe gestreut.

Die Höhe der Klötze beträgt 8,9 und 10 cm.

Das Pflaster darf erst 5 bis 6 Tage nach seiner Vollendung dem Verkehr übergeben werden.

In welcher Weise Holzpflaster in Strassen mit Strassenbahngleisen hergestellt wird, ist aus Fig. 162 zu ersehen, doch sprechen im allgemeinen die Erfahrungen nicht dafür, in solchen Strassen Holzpflaster anzuwenden An dieser Stelle soll auch erwähnt werden, dass zur Unterbettung von Strassenbahngleisen in Strassen mit Holz- oder Asphaltpflaster die Firma Wayss & Freytag in Berlin mit Vorteil den Eisenbeton verwandt hat, und zwar beschreibt Herr Stadtbau-


Fig. 162.

inspektor Reinhardt in Schöneberg die von dieser Firma auf eine Strecke von 200 m Länge in der Kolonnenstrasse daselbst ausgeführten Arbeiten in Nr. 27 und folg. des Jahrganges 1906 der Deutschen Bauzeitung in folgender Weise:

Die eisenverstärkten Betonplatten kamen schon fast vollständig fest zur Baustelle. Die Betonmischung bestand aus 1 Teil Zement und 3 Teilen Kies, während die beiden zur Verwendung gelangten Eisengeflechte aus 7 mm starkem Rundeisen bestanden. Das obere Eisengeflecht trat an beiden Seiten der Platte etwa 10 cm hervor, was den Zweck hatte, eine feste Verbindung mit dem später einzubringenden, seitlich anschliessenden Beton zu bewirken. Die Stärke der Platten betrug 10 cm, in der Schienenrichtung waren sie 40 cm, in der Querrichtung 50 cm breit. Die Platten wurden auf ein Zementmörtelbett von etwa 3 cm Stärke verlegt.

Das genaue Abstandsmafs der Platten von Mitte zu Mitte betrug 2,07 m.

Am Schienenstoss wurden zwei Platten im Abstande von 20 cm verlegt, der Zwischenraum wurde sogleich mit fettem Beton ausgestampft.

Zwischen der Oberfläche der Platten und dem Schienenfuss verblieb eine durchschnittlich 2 cm starke Fuge.

Der Plattenverlegung folgte die Schienenvorstreckung auf dem Fusse, was gegenüber der Herstellung der Unterlage aus Beton eine bedeutende Zeitersparnis bedeutete, da man im letzteren Falle mit der Schienenvorstreckung warten musste, bis der Beton erhärtet war.

Sobald das Gleis hergestellt war, wurde zunächst der Raum zwischen den Platten mit einer erdfeuchten Betonmischung (1 Teil Zement, 4 Teile Kies) fest ausgestampft. Das gleiche geschah mit dem ganzen Schienenkörper bis zur Unterkante des Pflasters, so dass die Schiene vollständig in Stampfbeton eingehüllt war.

Die Fuge zwischen Platte und Schienenfuss ist teils mit Zementmörtel (Mischung 1 : 1), teils mit heissem Gussasphalt ausgefüllt worden. Die Ausfüllung der Räume innerhalb der Gleise geschah mit Beton.

Die Kosten des Gleiskörpers von 5,30 m Breite beliefen sich, ausschliesslich des Pflasters, auf insgesamt 33,45 Mark für das laufende Meter.

Da es im allgemeinen genügt, wenn der Eisenbetonklotz nur die untere, die Zugspannungen aufnehmende Eiseneinlage besitzt, so kann der vorstehend genannte Preis noch ermäfsigt werden. Allerdings müssen dann die freien Enden so aufgebogen werden, dass sie in Höhe der (nun nicht vorhandenen) oberen Eiseneinlage liegen.

Das Holzpflaster ist das geräuschloseste, aber hygienisch nicht einwandfreie — man denke nur an die Droschkenhalteplätze —, keineswegs sauberste und in der Unterhaltung jedenfalls am schwierigsten zu behandelnde Pflaster.

Für Städte mit verhältnismäfsig schmalen Strassen, zumal mit Strassenbahngleisen, sollte man, wenn nicht Hauptwert auf unbedingte Geräuschverminderung gelegt wird, besser davon Abstand nehmen; dagegen ist es ein sehr angenehmes Pflaster für breite Strassen oder grosse Plätze ohne Strassenbahngleise, vorausgesetzt, dass kein schwerer Frachtverkehr vorhanden und eine sorgfältige, ordnungsmäfsige Reinigung, Besprengung und Instandhaltung gewährleistet ist.

e) Die Unterhaltung.

Sehr wichtig ist die Pflege und Unterhaltung der Holzpflasterbahnen.

Holzpflaster muss täglich gereinigt und alle acht Tage — bei starkem Verkehr noch öfter — sorgfältig abgewaschen und, je nach dem Verkehr, alle vier Wochen bis längstens drei Monate mit Perlkies bestreut werden. Die Kieselsteinchen werden durch die Einwirkungen des Verkehrs in das Hirnholz eingedrückt und tragen dadurch dazu bei, die Widerstandsfähigkeit der Oberfläche zu vergrössern.

Die Unterhaltung besteht im wesentlichen darin, dass jeder beschädigte oder gegenüber den benachbarten Klötzen zu stark abgenutzte Klotz sofort durch einen andern ersetzt wird, dem man natürlich nur die Höhe seiner bereits vom Verkehr abgeschleiften Nachbarn geben darf.

Bei sorgfältiger Pflege und Unterhaltung besitzt das Holzpflaster eine Lebensdauer von nicht über 8 bis 10 Jahren.

f) Die Kosten.

Die durchschnittlichen Neubaukosten des Holzpflasters kann man zu 10 bis 14 Mark für das Quadratmeter und die jährlichen Unterhaltungskosten zu 20 bis 60 Pfennig für das Quadratmeter annehmen.

Die Firma Heinrich Freese in Berlin bekommt für 1 qm Holzpflaster von 13 cm hohen Klötzen 13 Mark und von 10 cm hohen Klötzen 11 Mark. In diesen Preisen ist eine dreijährige freie Unterhaltung mit eingeschlossen. Für die weitere Unterhaltung erhält die Firma für das Quadratmeter Pflaster 25 Pfg. jährlich.

11. Das Eisenpflaster.

Eisenpflaster ist bisher nur versuchsweise hergestellt, aber, da seine Mängel die Vorteile überwiegen, überall wieder beseitigt worden, sodass die Verwendung des Eisens zur Fahrbahnbefestigung als ausgeschlossen zu betrachten ist.

Die bekannteste Konstruktion ist folgende:

Eiserne Kästen von 1,00 m Länge, 0,60 m Breite und 0,08 m Höhe greifen mit Verzahnung in einander und werden auf eine aus Packlage, grobem und feinem Kies bestehende, 0,15 m starke Unterlage gelegt. Die einzelnen Kastenzellen werden mit Kies ausgefüllt und darauf auf die ganze Konstruktion eine Lage Kies geworfen, welche ständig unterhalten werden muss.

Die Kosten sind sehr hoch und bedeutend grösser als die des besten Granitpflasters.

Es würde zwecklos sein, auch noch die vielen Strassenbefestigungsarten zu erwähnen, welche meistens durch Patent geschützt, manchmal hochtönende Namen führend, aber über Versuche noch nicht hinausgekommen sind und auch nicht hinauskommen werden.

Für die moderne Strassenbefestigung kommen nach den bisherigen Erfahrungen überhaupt nur Asphalt, Granit und Holz in Frage, welche Professor von Willmann in Darmstadt wie folgt klassifiziert:

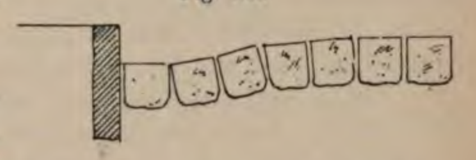
	I	II	III
Gesundheitspflege und Reinlichkeit	Asphalt	Granit	Holz
Leichtigkeit der Ausbesserung	Asphalt	Granit	Holz
Lärmdämpfung	Holz	Asphalt	Granit
Sicherheit der Zugtiere	Granit	Holz	Asphalt
Anschlüsse an die Schienen der Strassenbahn .	Granit	Holz	Asphalt
Dauer und Wirtschaftlichkeit	Granit	Asphalt	Holz

Bezüglich des letzten Punktes, sowie bezüglich der Sicherheit der Zugtiere, kommen übrigens örtliche und klimatische Verhältnisse zu sehr in Berührung, als dass die aufgestellte Reihenfolge überall auf Gültigkeit Anspruch erheben darf.

C. Die Befestigung der Bürgersteige.

In breiten Strassen an der Peripherie der Stadt, in solchen mit schwachem Wagenverkehr oder in ruhig liegenden Vorstadtstrassen kann man Bordsteine aus Bruchsteinplatten zur Abgrenzung des Bürgersteiges verwenden, wie es Figur 163 zeigt. Derartige Platten sind etwa 10 cm stark und 50 cm lang und hoch.

Fig. 163.



Eine Abgrenzung der Fusswege nur durch Pflastersteine, wie man sie jetzt wohl nur noch in kleineren Städten antrifft, ist auf alle Fälle zu verwerfen, da die Steine schon durch leichtes Anfahren eines Wagens bereits gelockert und aus ihrem Lager entfernt werden können.

Die Strassen mit stärkerem Verkehr, wozu alle Strassen im Innern der Stadt zu rechnen sind, werden jetzt ausschliesslich mit Bordsteinen eingefasst, welche entweder rechteckigen Querschnitt haben oder, was besser ist, in ihrem oberen der Fahrbahn zugekehrten Teile abgeschrägt sind. Denn da die Bordschwellen, entsprechend der nach der Fahrbahn gehenden Neigung der Fusswege geneigt sind, so werden bei rechteckigem Querschnitt der Bordsteine die Räder eines dicht an ihnen entlang fahrenden Wagens stets die obere Bordsteinkante treffen, wodurch ein allmähliches Lockern und Hochkippen des Steines hervorgerufen wird.

Diesem Uebelstand entgeht man, sobald man die dem Rinnstein zugekehrte Bordsteinseite abschrägt (Fig. 164 und 165).

Fig. 164. Fig. 165.

Das Material, aus dem die Bordsteine bestehen, ist am zweckmässigsten weicherer Granit oder Basaltlava, während sich Grauwacke, Kalksteine und ähnliches Material zu schnell abnutzen. Allerdings werden auch die Steine aus den letzteren Materialien nicht so leicht glatt wie die aus den ersteren. Denselben Nachteil haben auch die bereits früher erwähnten Bordschwellen aus Schlacken, wie sie z. B. die Mansfelder Kupferschiefer bauende Gesellschaft in den Handel bringt.

Versuche, Bordschwellen aus Stampfbeton herzustellen, sind missglückt, weil der Schwelle keine genügende Härte gegeben werden konnte. Ebenso sind

die Versuche, Bordsteine aus Gusseisen in Winkeleisenform herzustellen, wieder aufgegeben worden, da derartige Bordsteine sehr leicht glatt und dadurch für den Fussgänger gefährlich wurden.

Die Höhe der Bordsteine, auch Bordschwellen oder Randsteine genannt, beträgt gewöhnlich 30 cm, ihre Breite ebensoviel. Doch kommen auch Breiten von 40 cm vor, während ihre Länge fast stets 1,00 m beträgt und das Mafs von 2,00 m nicht überschreitet. Kürzere Längen wie 1,0 m kommen nur ausnahmsweise, z. B. als Passstücke, Krümmlinge usw. vor.

Da der Zweck der Bordsteine vor allem darin zu sehen ist, zu verhindern, dass Fuhrwerke oder auch nur die Räder derselben auf den Bürgersteig gelangen können und die Fussgänger gefährden, wählte man früher ganz allgemein als Mafs, um welches die Bordstein-Oberkante den Rinnstein überragen muss, gleich 20 cm. Da diese Höhe aber für den Fussgänger unbequem war, wenn er beim Ueberschreiten des Fahrweges wieder auf den Bürgersteig gelangen wollte, andererseits aber auch bei einer geringeren Höhe als 20 cm eine Gefährdung der Fussgänger durch die Fuhrwerke nachgewiesenermafsen nicht eintritt, so nimmt man jetzt den Höhenunterschied zwischen Rinnstein und Bordschwelle durchschnittlich zu 12 bis 15 cm an, geht aber auch bis zu 8 cm herunter und nur ausnahmsweise bis zu 20 cm hinauf.

Nur in Ausnahmefällen wird man die Bordschwellen direkt auf den Untergrund setzen können oder sich damit begnügen, nur die Stösse der Schwellen zu untermauern, meist wird man sie auf in Zementmörtel hergestelltes 4 Schichten hohes 1½ bis 2 Stein breites Ziegelmauerwerk (Fig. 165) oder auf einen Betonklotz von 40 cm Höhe und 50 cm Breite (Fig. 164) setzen.

Für die Unterbetonierung sind nach „Genzmer, Die städtischen Strassen" eine Mischung von 1 Teil Zement und 7 Teilen sandigem Kies oder 1 Teil Zement, 3 Teilen Sand und 4 Teilen Kieselsteinen oder Kleinschlag aus alten Ziegelsteinen, mit wenig Wasser vermengt, am vorteilhaftesten.

„Bei schlechtem Baugrunde wird es zuweilen nötig, die Baugrube durch senkrechte Bretterwände, die nach der Erhärtung des Betons wieder entfernt werden, auszukleiden".

Die Kosten für das laufende Meter Untermauerung bezw. Unterbetonierung betragen etwa 3 bis 4 Mark.

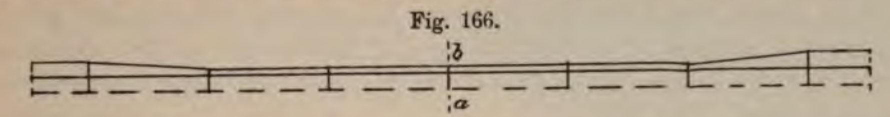
Der verstorbene Professor an der technischen Hochschule in Berlin, Dietrich, schlägt in seinem Werke: „Die Baumaterialien der Steinstrassen usw." (Berlin 1885) vor, an Stelle der Untermauerung schmale, auf die hohe Kante gestellte Steinplatten, ähnlich wie in Fig. 163, aber von grösserer Länge, zu verwenden, was aber denselben Nachteil wie die vollkommen rechteckigen Querschnitte der eigentlichen Bordsteine hat.

Bei den Hauseinfahrten müssen die vom Fahrweg in die Häuser einfahrenden Fuhrwerke den Bürgersteig durchqueren, weshalb es notwendig ist, Vorrichtungen zu treffen, welche es ermöglichen, die Wagen über die Bordschwellen hinwegzubringen.

Am gebräuchlichsten ist es, zu diesem Zwecke die Bordsteinschicht vor der Hauseinfahrt bis auf etwa 5 cm zu senken und dann noch davor ein Stück Holz zu legen, um die Einfahrt zu erleichtern. Eine derartige Anordnung zeigen Fig. 166 in der Ansicht und Fig. 167 — in grösserem Mafsstabe — im Schnitt.

Mitunter wird auch die Bordschwelle mit der Vorderkante vollständig bis zur Fahrbahnhöhe versenkt und dahinter noch eine breitere Schwelle verlegt.

Fig. 166.



Beide Schwellen werden dann geriffelt, um den Hufen der Zugtiere Halt zu bieten (Fig. 168).

Die früher allgemein übliche Ueberbrückung der Rinnsteine oder die Anordnung eines Vorpflasters (Fig. 169) vor der Einfahrt empfiehlt sich nicht.

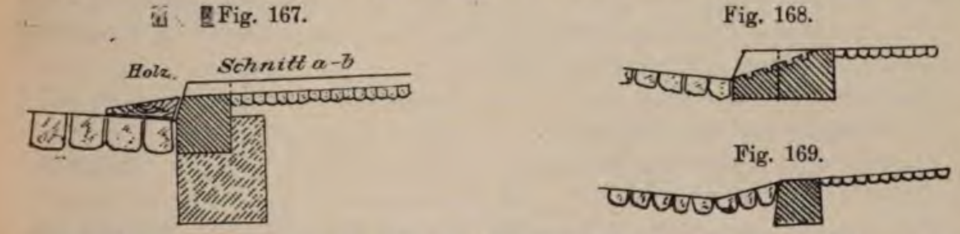


Fig. 167. Fig. 168. Fig. 169.

Letztere Anordnung unterbricht den Verkehr und den Wasserablauf und erstere führt leicht zur Verunreinigung des Rinnsteins unterhalb der Brücke und hindert ebenfalls die Ausnutzung der ganzen Fahrbahnbreite für den Wagenverkehr.

Die Anlage von Wageneinfahrten in den Bürgersteigen sind überhaupt nur als ein notwendiges Uebel zu betrachten, da durch sie der Fussgängerverkehr gefährdet wird und zwar umsomehr, je breiter der Bürgersteig ist, d. h. also je länger der Weg ist, den die Fuhrwerke auf ihm zurückzulegen haben.

An Strassenecken, um welche die Bordsteine immer abgerundet werden, sind besondere Bogensteine und beim Uebergang schmaler (30 cm) Bordsteine in breite (40 cm) besondere Uebergangssteine erforderlich.

Je nach der Art des zur Befestigung der Bürgersteige verwendeten Materiales unterscheiden wir Fusswege:

a) Mit Kiesdecke.

Auf Promenadenwegen, in Parkanlagen, in wenig belebten Strassen der Vorstädte, sowie zur vorübergehenden Befestigung von Fusswegen, kann man mit Erfolg eine dünne Decke von feinem Kies, Steinschlaggrus oder gesiebter Koksasche aufbringen. Sand empfiehlt sich nicht; dagegen werden in einigen Gegenden mit Vorteil kleine Flusskiesel angewandt, die einmal durchgeschlagen und so in Sand eingebettet werden, dass die Bruchfläche nach oben zu liegen kommt.

Ist der Untergrund fest und kiesig, so kann die Deckschicht ohne weiteres aufgebracht werden, in allen anderen Fällen ist eine etwa 10 cm starke Unterbettung von Ziegelbrocken, grober Koksasche oder Steinschlag erforderlich, welche vor dem Aufbringen der Decke gehörig abzurammen oder abzuwalzen ist. Das Abrammen bezw. Abwalzen muss unter tüchtiger Wässerung der Unterbettung geschehen.

Die Kosten für ein Quadratmeter solcher Fusswegbefestigung betragen etwa 1 bis 1,50 Mark:

b) Mit Pflastersteinen.

Pflaster aus Findlingen, von denen die grösseren höchstens einmal durchgeschlagen werden, findet man jetzt wohl nur noch in den Nebenstrassen kleinerer Städte. Sie werden entweder direkt auf den Untergrund gesetzt oder in eine auf diesem aufgebrachte Sandunterbettung. Nach der Fertigstellung werden sie leicht abgerammt.

Sie bilden ein sehr unebenes, schlechtes und für den Fussgängerverkehr gefährliches Pflaster und verschwinden daher mit vollem Recht immer mehr als Fussweg-Befestigungsmittel.

Bürgersteigpflaster aus regelmäfsig bearbeiteten Steinen findet sich in den deutschen Städten wenig vor, da es zu teuer ist und eine für den Fussgänger zu rauhe Oberfläche besitzt. Vielfach findet man es dagegen in belgischen Städten, es ist aber auch dort nicht beliebt.

Ebenfalls in belgischen, aber auch in einigen rheinischen Städten findet sich das sogenannte „Platinespflaster".

Platines sind Kohlensandsteine von quadratischer 10 bis 14 cm grosser Grundfläche und 8 bis 10 cm Höhe.

Als Unterbettung erhalten sie eine Ziegelflachschicht, auf welcher eine Rollschicht und auf dieser eine 3 cm starke Schicht gesiebter Kohlenasche liegt. Hierauf werden die Platines satt in Mörtel verlegt und zwar in Schrägreihen.

Der Fussweg erhält ein Quergefälle von 1 : 50.

Ein Quadratmeter Platinespflaster, einschl. Unterbettung, aber ausschl. Bordsteine, kostet zwischen 7 und 8 Mk. Man kann jedoch an den Kosten sparen, wenn man statt der Ziegelsteinunterbettung eine solche aus Kies wählt und die Steine in Sand statt in Mörtel versetzt. Die Haltbarkeit des Pflasters leidet darunter nicht, während sich die Kosten um 1 bis 1,50 Mk. für das Quadratmeter vermindern.

c) Mit Hausteinplatten.

Sie werden aus Granit, Basaltlava, Kalk- oder Sandstein hergestellt, wobei aber zu beachten ist, dass Granit sehr teuer und unter der schleifenden Wirkung des Fussgängerverkehrs leicht glatt wird, während sich die anderen Materialien aus dem gleichen Grunde sehr schnell abnutzen.

Die Breite der Platten beträgt zwischen 0,50 und 1,0 m, ihre Länge 1,0 bis 2,0 m und ihre Stärke 0,10 bis 0,15 m.

Sie werden direkt auf den Untergrund verlegt und zwar entweder über die ganze Fusswegbreite oder aber, der Kostenersparnis wegen, nur an der Seite oder in der Mitte, während der übrige Teil des Fussweges mit anderem, billigerem Material, z. B. mit dem nachstehend besprochenen Mosaikpflaster befestigt wird.

Ein Quadratmeter Plattenpflaster kostet 15 bis 20 Mk., während das Nachheben einer Platte, wie es infolge des ungleichmäfsigen Senkens derselben immer erforderlich ist, bis zu eine Mark kosten kann.

Bis vor nicht langer Zeit hielt man das Plattenpflaster für die beste Befestigungsart der Bürgersteige, man ist aber in den letzten Jahren mehr und mehr davon abgekommen, da es teuer in der Anlage, schwierig in der Unterhaltung, bei Nässe schmutzig und im Winter für die Fussgänger gefährlich ist.

d) Mit Mosaikpflasterung.

Das Mosaikpflaster ist ein sehr beliebtes Befestigungsmittel für Bürgersteige, und zwar ist entweder der Fussweg in seiner ganzen Breite damit gepflastert, oder aber es kommt in Verbindung mit anderen Befestigungsmaterialien, und zwar am meisten mit den vorgenannten Hausteinplatten, oder mit Asphalt zur Verwendung.

Das Mosaik besteht aus kleinen, natürlichen, geschlagenen Steinen von etwa 5 bis 6 cm Durchmesser und nur an solchen Stellen der Bürgersteige, welche auch mit ganz leichten Wagen befahren werden sollen, nimmt man eine grössere Stärke von etwa 8 cm Durchmesser.

Man bezeichnet letzteres mit Doppelmosaik.

Aus den bereits wiederholt genannten Gründen eignet sich hartes Gestein wenig zur Herstellung von Mosaikpflaster; man benutzt dazu gerne Kalksteine.

Bei gutem Untergrunde geschieht das Versetzen unmittelbar in eine etwa 10 cm starke Sandschicht, in welche die Steine, mit ihrer ebensten Fläche nach oben, ganz dicht, d. h. mit möglichst engen Fugen versetzt und mit dem Setzhammer lose eingetrieben werden. Ist eine grössere Fläche Mosaikpflaster fertiggestellt, so wird sie unter ständigem Annässen mehrmals mit einer schweren eisernen Ramme abgerammt.

Bei schlechtem Untergrund kommt unter der Sandschicht erst eine etwa 15 cm starke Unterbettung aus Steinschlag, grobem Kies oder Koksasche.

Die Steine in Kalk- oder Zementmörtel zu versetzen, empfiehlt sich nicht, da dann das Pflaster den Bewegungen des Bodens nicht folgen kann und rissig wird.

Man kann dem Mosaikpflaster durch Anwendung verschieden gefärbter Steine sehr interessante Muster und dadurch ein dem Auge gefälliges Ansehen geben. Am häufigsten finden die Farben schwarz, weiss und rot Verwendung, als Randeinfassungen und zu einfachen gradlinigen oder kreisförmigen Ornamentformen.

Ein Quadratmeter Mosaikpflaster in Sandbettung kostet zwischen 2,50 und 5 Mark.

Die Vorteile des Mosaikpflasters sind seine verhältnismässige Billigkeit, ferner ist es nach Regenfällen bald wieder trocken, leidet nicht unter den Einwirkungen des Frostes, wird nicht glatt und ist leicht zu unterhalten.

Bei grellem Sonnenschein blendet es mitunter und wirkt unangenehm auf die Augen.

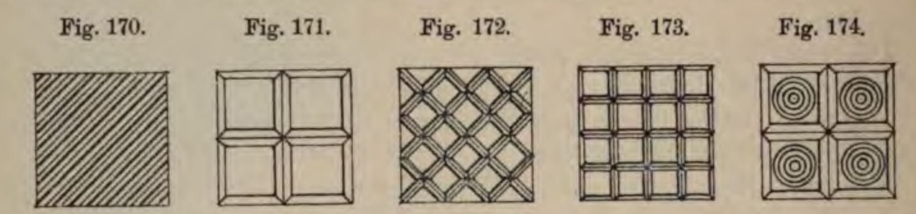
Manchmal werden aus Mosaik kleine Platten hergestellt, indem in einem Rahmen von bestimmter Grösse Zementmörtel ausgegossen wird, in welchen die einzelnen Steinchen — oft farbig und ornamental gemustert — hineingedrückt werden. Nach dem Erhärten wird dann die Platte aus dem Rahmen herausgenommen und in Mörtel verlegt.

e) Mit Tonplatten.

Am bekanntesten sind die gebrannten Tonplatten von Mettlach, Sinzig, Degerloch und Charlottenburg. Die Platten haben gewöhnlich eine Seitenlänge von 17 bis 21 cm und eine Stärke von 3 bis 4 cm.

Sie haben eine ebene oder gerippte Oberfläche (Fig. 170 bis 174) und werden gewöhnlich diagonal verlegt. Die dabei erforderlichen dreieckigen Anschlussstücke sind ebenfalls im Handel zu haben.

Sie werden auf eine Betonunterlage von 8 bis 10 cm Stärke, oder auf eine Ziegelflach- oder Rollschicht in Mörtel — manchmal auch in Sand — verlegt.


Fig. 170. Fig. 171. Fig. 172. Fig. 173. Fig. 174.

Da sie sehr leicht glatt werden und im Winter für den Fussgänger geradezu gefährlich sind, eignen sie sich wenig zur Ausführung von Fussweg- oder Hofbefestigungen, finden dagegen viel Anwendung zur Pflasterung von Durchfahrten, Korridoren öffentlicher Gebäude, Kirchen usw.

Auch die Herstellungskosten sind sehr hoch und betragen zwischen 8 und 10 Mark für das Quadratmeter.

f) Mit Zementplatten.

Diese bilden in neuerer Zeit ein sehr beliebtes Befestigungsmittel, obgleich sie ebenfalls den Nachteil des Glattwerdens besitzen, wenn dieses auch nicht so schnell eintritt als bei den Tonplatten.

Nach „Genzmer, Die städtischen Strassen, Verlag von A. Kröner, Stuttgart 1900", ist die Herstellung der Fusswege mit Zementplatten folgende:

Auf den gehörig vorbereiteten und gestampften Untergrund wird eine 10 cm starke Schicht groben Kieses aufgebracht, mit Wasser eingeschlämmt und fest gestampft.

Hierauf werden auf die so entstandene Kiesfläche in Abständen von 2,4 bis 3,0 m (= 4 bis 5 Plattenbreiten) Latten von 10×12 cm Querschnitt quer über die Fläche genau im Quergefälle des Bürgersteiges verlegt. Zwischen diese Latten wird dann der Beton in einer Mischung von 1 : 10, sowie einer Stärke von 10 cm eingebracht und wieder gehörig abgestampft.

Zur Ausgleichung der Ausdehnung des Zements wird gleichzeitig mit den erwähnten Latten jedesmal ein Streifen Asphaltfilz von 7 mm Dicke eingebracht.

Nach Herstellung der Betonlage bleibt die Arbeit, wenn möglich, einen Tag liegen; dann wird die Fläche sauber abgekehrt und mittels eines Handbesens mit dünnflüssigem Zement vollständig besprengt, worauf sofort die oberste Feinschicht in einer Mischung von 1 : 1, sowie einer Stärke von 2 cm aufgebracht und mit einem Längsholz, welches an beiden Enden auf den beiden oben erwähnten Latten seine Führung hat, abgestrichen wird. Diese oberste Schicht wird mit grossen Mauerkellen festgeschlagen und ganz glatt gestrichen. Hierauf werden die mehrfach erwähnten Latten aus dem Belage entfernt, um wieder von neuem gebraucht zu werden, während die Filzstreifen dauernd liegen bleiben. Der nach dem Entfernen der Hölzer vorhandene Schlitz wird mit Beton geschlossen. Mit einem anderen geeigneten Instrument werden dann in die glatte

Fläche Fugen eingeschnitten, so dass die in Figur 175*) angedeutete Plattenteilung entsteht. Endlich wird zur vollständigen Fertigstellung die ganze Fläche unter Anwendung einer kleinen Walze mit Würfelmusterung leicht abgewalzt. Damit die Fläche bis zur vollständigen Erhärtung gegen äussere Einflüsse etwas geschützt ist, wird sie mit einer leichten, ganz feinen Sanddecke, welche nach 3 bis 4 Tagen entfernt werden kann, bedeckt.

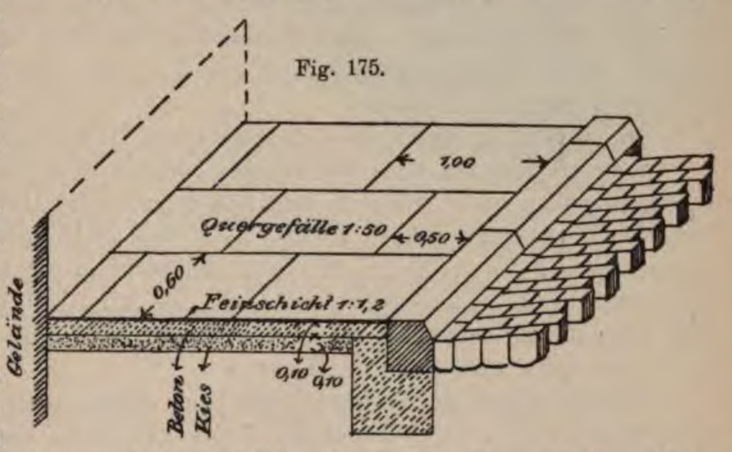


Fig. 175.

Das Quergefälle eines solchen Bürgersteiges beträgt 1 : 50.

Der Bürgersteig muss an beiden Seiten fest abgeschlossen sein, entweder durch Randsteine einerseits und Gebäude andererseits oder, wo letztere fehlen, durch eine 25 cm breite, 50 cm tiefe Betonschwelle, damit kein Wasser unter die Betondecke gelangen und diese im Winter zum Auffrieren bringen kann.

Ein Nachteil des Belages ist, dass er leicht rissig wird.

Die Herstellungskosten betragen 3 bis 4 Mark für das Quadratmeter.

Mitunter werden auch fertig hergestellte Zementplatten von 30 cm Seitenlänge und 4,5 cm Stärke, welche ähnlich wie in Figur 173 geriffelt sind, in eine 2,5 cm starke Mörtelschicht verlegt. Bei weichem Untergrunde ist eine etwa 10 cm starke Betonunterbettung erforderlich.

Die Herstellungskosten betragen für ein Quadratmeter ohne Unterbettung 2,50 bis 3,50 Mark und erhöhen sich mit Unterbettung um 1,50 bis 2,00 Mark für das Quadratmeter.

g) Mit Ziegelflachschichten.

Die Ziegel (Klinker) werden entweder in Sand oder besser in Kalkmörtel, niemals aber in Zementmörtel verlegt. Besser ist bei stärkerem Verkehr eine Ziegelrollschicht oder die flachseitige Pflasterung mit den auf Seite 63 besprochenen Eisenklinkern.

h) Mit Gussasphalt.

Der Gussasphalt wird in grösseren Städten immer mehr zur Befestigung der Bürgersteige, der Durchfahrten und der Höfe verwandt.

Als Unterbettung dient am zweckmäfsigsten eine 10 cm starke Betonschicht, während sich eine solche aus Ziegelsteinen oder natürlichen Pflastersteinen nicht empfiehlt.

Auf die Betonunterbettung kommt als Ueberzug eine Zementmörtelschicht,

*) Figur 175 ist dem mehrfach erwähnten Werke „Genzmer, Die städtischen Strassen“, Verlag von A. Kröner in Stuttgart, entnommen.

aus einer Mischung von 1 Teil Zement und 2 Teilen feinem Sand bestehend, nach deren Erhärten die Gussasphaltschicht aufgebracht wird.

Der zur Fusswegbefestigung verwandte Gussasphalt besteht gewöhnlich aus einer Mischung von 1 Teil Goudron, 15 Teilen Mastix und 7 Teilen reinem Perlkies von 2 bis 3 mm Korngrösse, welche in einem, ähnlich wie Fig. 157, konstruierten Asphaltkessel 1,5 bis 2 Stunden bei einer Temperatur von 150 bis 170° C. unter stetem Umrühren mit dem in Fig. 134 abgebildeten Rühreisen gekocht werden.

Die Beheizung des Kessels geschieht mit Holz oder Torf.

Sehr wichtig ist, dass die Temperatur nicht höher als 170 bis 180° C. steigt, was man daran erkennt, dass dem Kessel bläuliche, dem Zigarrenrauch ähnliche Dämpfe entweichen. Sehen die Dämpfe gelblich gefärbt aus, so ist die Temperatur zu hoch, bleibt an einem senkrecht in die kochende Masse hineingesteckten Brett Masse haften, so ist sie zu niedrig. Das letztere kann aber auch davon herrühren, dass die Masse zu mager ist. In diesem Fall muss man dann noch Goudron zusetzen.

Die Entnahme der fertigen Masse und deren Ausschüttung auf die Unterbettung geschieht mittels des in Fig. 136 abgebildeten eisernen Schüttlöffels und die Ausbreitung auf der Unterbettung mittels eines glatten Brettstückchens — Streichholz genannt.

Man bringt den Gussasphalt entweder in einer oder besser in zwei Schichten auf, deren Stärke im ersteren Fall 20 bis 25 mm und im letzteren je 15, zusammen also 30 mm (ausnahmsweise auch $2 \cdot 13 = 26$ mm) beträgt. Hierauf wird die fertige Fläche mit einem sehr feinen Sand bestreut und dieser mit einem Reibebrett gehörig in die noch weiche Masse eingerieben, worauf der Fussweg sofort nach der Erkaltung des Asphalts dem Verkehr übergeben werden kann.

Guter Asphaltbelag darf im Sommer nicht weich und im Winter nicht spröde werden.

Die Herstellungskosten betragen, einschl. Betonunterbettung, für das Quadratmeter 6 bis 7 Mark.

Die Vorteile des Gussasphaltbelages sind:

1. Er ist infolge seiner grossen Elastizität und einer gewissen Rauhigkeit angenehm zu begehen.

2. Die glatte, gleichmässige, ununterbrochene Oberfläche sieht gut aus.

3. Er lässt in den Untergrund kein schmutziges Wasser eindringen; dieser wird also nicht verunreinigt, was für die Gesundheit der Bevölkerung sehr wesentlich ist.

4. Die Herstellungs- und Unterhaltungskosten sind gering und etwaige Ausbesserungen sind leicht vorzunehmen.

Als Nachteile werden angesehen:

1. Er ist im Winter bei Glatteis gefährlich zu begehen.

2. Schäden an den unter ihm liegenden Versorgungsleitungen sind schwer zu erkennen; ausserdem zerstört das bei Gasrohrbrüchen von unten gegen den Asphalt dringende Leuchtgas diesen.

3. Aufbrüche des Bürgersteiges, aus Anlass von Ausbesserungen an den Versorgungsleitungen, sind schwierig und kostspielig zu bewirken.

4. Belästigung der Anwohner, Fussgänger und Bäume bei Herstellung oder Ausbesserungen des Asphaltbelages. Doch empfinden diesen Uebelstand nicht alle Menschen als solchen und der angebliche nachteilige Einfluss auf das Gedeihen der Bäume ist mindestens übertrieben. Ausserdem können diese Uebelstände durch fahrbare Kessel (Fig. 137), in welchen die fertige Asphaltmasse nach der Baustelle gefahren wird, beseitigt werden.

i) Mit Stampfasphalt oder Asphaltplatten.

Der Stampfasphalt nutzt sich unter den schleifenden Einwirkungen des Fussgängerverkehrs mehr ab als der Gussasphalt und erfordert ausserdem höhere Herstellungskosten — 9 bis 10 Mark für das Quadratmeter — als dieser.

Die Betonunterbettung wird zweckmäfsig 12 bis 15 cm stark gemacht und der fertig gestampfte Asphalt soll eine Dicke von 3 cm haben.

Häufiger als Stampfasphalt werden Stampfasphaltplatten auf 10 cm starker Betonunterlage verlegt, worüber das Nähere bereits beim Asphaltplattenpflaster der Fahrwege auf Seite 83 und 84 gesagt ist.

D. Promenaden-, Reit- und Radfahrerwege.

Promenadenwege werden häufig als einfache Kieswege hergestellt, für deren Herstellung das im vorigen Kapitel unter a) Gesagte gilt.

Hauptwege erhalten oft Mosaik- oder Asphaltbefestigung und sind dann ebenso wie die mit diesen Materialien befestigten Bürgersteige zu behandeln.

Reitwege erhalten überhaupt keine besondere Deckschicht, bedürfen aber einer sorgfältigen Unterhaltung, um bei anhaltender Trockenheit die Staubbildung zu dämpfen und um bei Nässe ein Versumpfen des Reitweges zu verhindern. Um letzteres zu verhüten, ist die Anlage von Gräben oder Abzugskanälen (Drainagen) wünschenswert.

Bei festem Untergrund genügt für Radfahrerwege eine dünne Ueberkiesung, während man bei weichem Untergrunde zweckmäfsig eine 5 bis 10 cm starke Unterbettung von Steinschlag oder Ziegelbrocken anordnet. Diese werden gehörig festgerammt oder abgewalzt, hierauf wird eine 3 bis 5 cm starke Kies- oder Sandschicht aufgebracht und diese ebenfalls festgewalzt.

Diese Anordnung ist auch bei Reitwegen und bekiesten Promenadenwegen auf weichem Untergrunde zu empfehlen.

Die beste Decke für Radfahrerwege bildet naturgemäfs der Asphalt, welcher allerdings bei Nässe etwas glatt ist, und das Holzpflaster, während Steinpflaster unbedingt zu verwerfen ist.

Die Breitenabmessung eines Radfahrerweges richtet sich danach, ob auf demselben Wege in beiden Richtungen oder nur in einer (Rechts fahren!) gefahren werden soll, ferner ob der Radfahrer auf dem in gleicher Höhe liegenden Bürgersteig ausweichen darf oder nicht. Je nachdem einer dieser drei Fälle zutrifft, wird man als Mindestbreite 2,00, bezw. 1,50, bezw. 0,80 m anzunehmen haben.

Der Radfahrerweg liegt zweckmäfsig neben dem Bürgersteige und, um die Fussgänger zu sichern, etwas tiefer als dieser, stets aber höher als der Fahrdamm. Liegen Bürgersteig und Radfahrerweg in gleicher Höhe, so ist es gut, beide durch ein Gitter oder eine Baumreihe zu trennen.

Uebrigens sollen Reitwege, wenn sie neben Fusswegen angeordnet werden, tiefer als diese liegen, um zu verhindern, dass die Fussgänger bei nassem Wetter von dem durch die Hufe der Pferde emporgeschleuderten Schmutz belästigt werden. Leider lässt sich dies innerhalb der Städte selten in genügendem Umfange durchführen.

Das Quergefälle beträgt etwa 5 %.

E. Die Entwässerung der Strassen.

Wir haben es in diesem Kapitel nur mit der oberirdischen Entwässerung der Strassenoberfläche zu tun, während die unterirdische Entwässerung ausführlich im 5. Abschnitt dieses Werkes besprochen wird.

Die Rinnsteine, auch Gossen oder Kandel genannt, haben den Zweck, das auf dem Fahrdamm und den Fusswegen niederfallende Wasser abzuführen, es ist daher ihre natürliche Lage neben den Bordschwellen der Fusswege (Fig. 176); jedoch findet man in Speicherstrassen und manchmal auch vor öffentlichen Gebäuden die Anordnungen nach Figur 177, welche es ermöglichen, dass Fuhrwerke direkt vor das Gebäude vorfahren können.

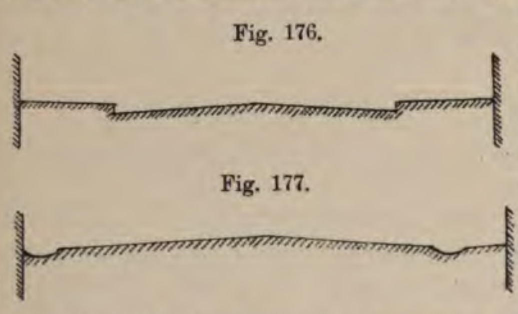

Fig. 176.

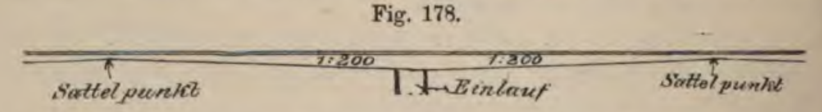
Fig. 177.

Das Längengefälle der Rinnsteine richtet sich nach dem Gelände, ob dieses eben oder geneigt ist, sowie nach dem Material, mit welchem die Rinne befestigt ist.

Bei gewöhnlichem Kopfsteinpflaster genügt in ebenem Gelände ein Gefälle von 1 : 100, während bei glatter Decke 1 : 200 bis 1 : 600 ausreichend sind.

In Städten mit Kanalisationsanlagen wird das Rinnsteinwasser durch einen Einlaufschacht dieser zugeführt und liegt demnach hierbei in ebenen Strassen der Sattelpunkt, also die höchste Erhebung des Rinnsteins, in der Mitte zwischen zwei Einlaufschächten (Fig. 178). Dabei ist darauf zu achten, dass bei Strassenkreuzungen der Sattelpunkt stets an die Kreuzung zu legen ist, damit das

Fig. 178.



Wasser nicht um die Ecke zu fliessen hat, was leicht zu Verstopfungen und Aufstauung des Wassers über einen mehr oder weniger grossen Teil des Fahrdammes führen kann, und damit ferner die Fussgänger trockenen Fusses den Fahrweg überschreiten können.

Die Anordnung, wie sie Genzmer in seinem mehrfach genannten Werke für horizontal liegende Strassen, denen man nur geringes Rinnsteingefälle geben kann, vorschlägt und die darin besteht, der Rinne ein ganz schwaches Gefälle zu geben und kurz vor dem Einlauf dieses Gefälle plötzlich zu vergrössern, empfiehlt sich nicht, sondern es ist zweckmäſsiger, die Anordnung, wie Figur 178 zeigt, zu treffen, d. h. das Gefälle gleichmäſsig durchgehen zu lassen.

In geneigt liegenden Strassen kann der Sattelpunkt des Rinnsteins natürlich nicht in der Mitte zwischen zwei Einläufen liegen; zur Ermittelung dieses Punktes empfiehlt Herr Kommunalbaumeister Schneider in Köln-Ehrenfeld in Nr. 23 des achten Jahrganges des Technischen Gemeindeblattes folgendes praktische graphische Verfahren (Fig. 179):

Auf einer Horizontalen a—b werden auf die Entfernung, welche die beiden Strasseneinläufe haben sollen, Senkrechte gezogen, hier auf 40 m. Wenn das

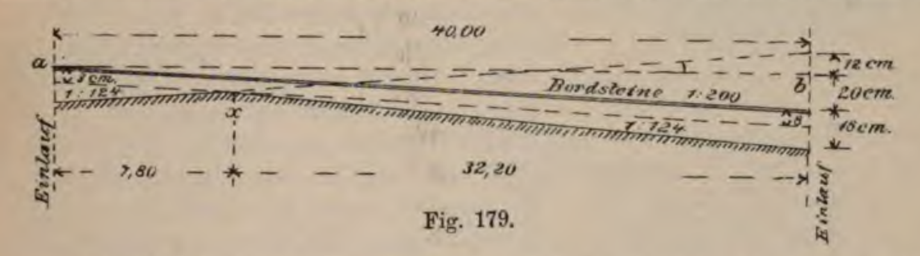


Fig. 179.

Strassengefälle zu 1 : 200 angenommen werden soll, so beträgt das auf die 40 m entfallende Mafs 0,20 m. Dieses ist von b nach unten abzusetzen, wodurch man das natürliche Gefälle des Bordsteins erhält. Der Abstand zwischen Oberkante, Bordstein und dem Strasseneinlaufe, hier 18 cm, ist ebenfalls aufzutragen, ferner ist eine Parallele zur Bordsteinoberkante in dem Abstande des anzunehmenden Hochpunktes (Sattelpunktes), der in diesem Fall 8 cm betragen soll, zu ziehen. Setzt man nun von b aus das Mafs des Strassengefälles (20 cm) weniger dem Mafse zwischen Hochpunkt und Bordsteinoberkante (8 cm) nach oben ab und verbindet diesen Punkt mit dem nach der Steigung zu gelegenen Auslaufe, so bildet der Schnittpunkt x die Lage des Hochpunktes, von dem aus nach den beiden Einläufen gleiches Gefälle entsteht.

Eine zweckmäfsige Rinnenanordnung zeigt die Figur 180, während die Durchführung des Querprofils des Fahrdammes, wie es in Figur 181 dargestellt ist, den Nachteil hat, dass bei stärkeren Regenfällen das Wasser den Fahrweg teilweise überflutet. Die Anordnung Figur 182 empfiehlt sich nicht. Zwar wird der Fussgänger davor geschützt, beim unbeabsichtigten Heruntertreten vom Bürgersteige in den nassen Rinnstein zu treten, dieser Vorteil wiegt aber den grossen Nachteil nicht auf, dass ein Teil des Fahrweges dem Fuhrwerksverkehr entzogen wird.

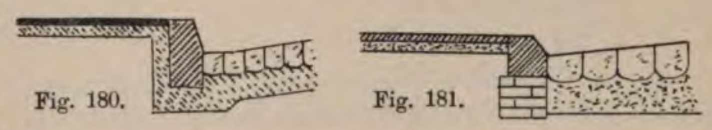


Fig. 180. Fig. 181.



Fig. 182.

Mitunter werden, wie Figur 183 zeigt, besondere Rinnensteine aus natürlichen Steinen oder Zement angewendet. In kleineren Städten, ohne Kanalisation, findet man noch häufig die Anordnung Fig. 184, doch ist sie nicht zu empfehlen, höchstens dann, wenn stets reines Wasser in genügender Menge zum

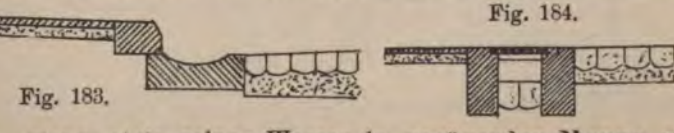


Fig. 183. Fig. 184.

Durchspülen der Rinne vorhanden ist. An Stelle des Gitters kommt auch eine dichte „Drumme“ aus Holz oder Eisen vor.

In kanalisierten Städten wird das Dachwasser meist unterirdisch den Strassenkanälen zugeführt. In allen anderen Städten und unter Umständen auch in kanalisierten geschieht die Ableitung des Dachwassers oberirdisch nach dem Rinnstein. Durchaus zu verwerfen ist, wie man es ja auch nur noch sehr selten findet, eine offene Rinne vom Abfallrohr über den Bürgersteig nach dem Rinnstein anzulegen. Ebensowenig ist eine mit Bohlen oder Eisenplatten fest überdeckte Rinne zu empfehlen. Am besten hat sich noch die in den Figuren 185 und 186 dargestellte, dem Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Verlag von Engelmann, Leipzig (1. Band, 4. Abteilung, 3. Auflage) entnommene Rinnenanordnung bewährt. Doch soll die Oberfläche der Rinne neben dem Schlitz nicht glatt, sondern gerippt sein, weil sonst im Winter bei Glätte die Fussgänger leicht gefährdet werden können.

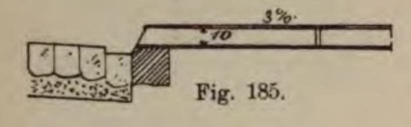


Fig. 185.

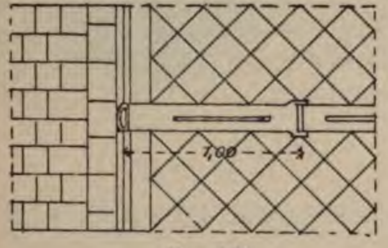


Fig. 186.

F. Die Unterbringung der Versorgungsleitungen.

Im Innern des Strassenkörpers werden hauptsächlich folgende Leitungen, die man mit dem Gesamtausdruck „Versorgungsnetz“ bezeichnet, untergebracht:

1. Gas- und Wasserleitungsrohre,
2. Entwässerungsleitungen,
3. Elektrische Starkstromleitungen für Beleuchtungs- und Kraftzwecke, sowie Schwachstromleitungen für den Telegraphen-, Fernsprech- usw. Betrieb,
4. Rohrpostanlagen.

Unter Umständen können auch noch Kanäle und Leitungen für andere Zwecke, z. B. für Untergrundbahnen in den Strassenkörper eingebaut werden.

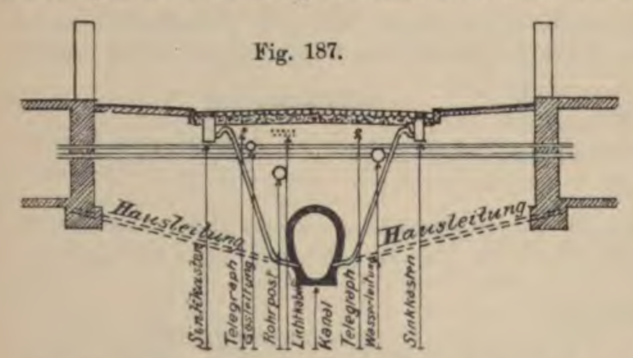


Fig. 187.

Diese Leitungen können entweder auf Fahrbahn und Bürgersteig verteilt werden oder sie können alle unterhalb der Bürgersteige liegen oder es kann zu ihrer Aufnahme ein besonderer Tunnel erbaut werden.

Die Unterbringung **aller Leitungen unter den Fahrweg** (Fig. 187) wird gewöhnlich nicht zulässig sein und zwar einmal, weil bei den zu verschiedenen *Zeiten erforderlichen* Ausbesserungsarbeiten eine allzu häufige Störung des Wagen-

verkehrs eintreten würde und dann, weil das meist kräftige und wasserundurchlässige Pflaster schwierig zu beseitigen ist und meistens die ausgebesserten Stellen nur schwer wieder so fest und dicht werden, wie sie ursprünglich waren.

Bei breiten Strassen kommt dann noch der Umstand hinzu, dass die Abzweigleitungen nach den Grundstücken unverhältnismässig lang und damit teuer werden.

Andererseits lässt sich die Unterbringung aller Leitungen unter den Bürgersteigen (Fig. 188) auch nur dann bewerkstelligen, wenn derselbe eine Breite von wenigstens 6,00 m hat. Die beste Anordnung ist dies allerdings. Der Fussgängerverkehr lässt sich während der Vornahme der Ausbesserungen leicht auf die andere Seite der Strasse überleiten; das Bürgersteigpflaster ist leichter und schwächer als die Fahrbahnbefestigung, lässt sich also sowohl bequem beseitigen als auch wiederherstellen und wenn unter jedem Fussweg die für die Grundstücke erforderlichen Leitungen liegen, so erhält man auch die denkbar kürzesten Anschlussleitungen nach den Häusern.

Fig. 188.

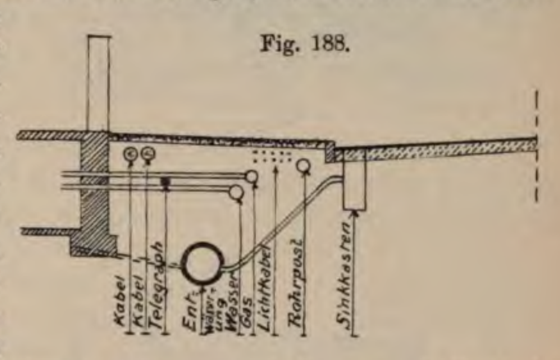
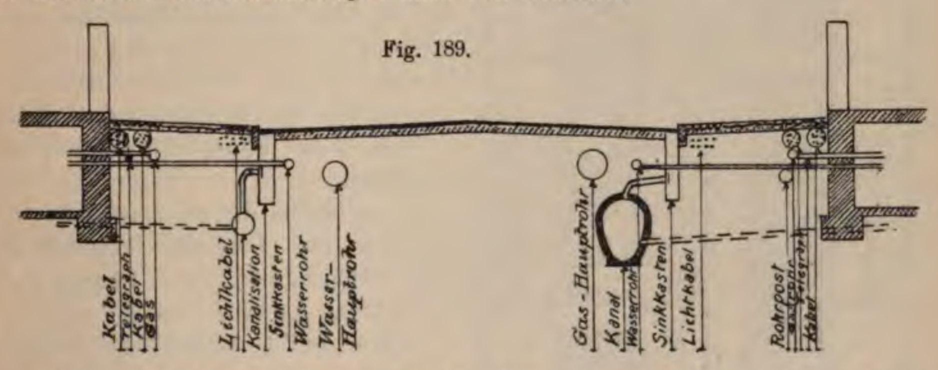
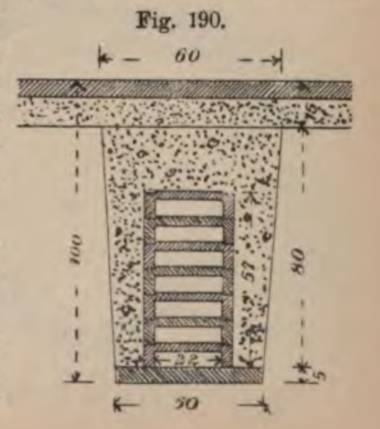


Fig. 189.



Das gewöhnliche wird aber, wie Fig. 189 zeigt, eine Verteilung der Leitungen unter Bürgersteig und Fahrdamm sein, indem man unter letzterem den Entwässerungskanal, die in eisernen Muffenrohren oder Kabelkanälen (Fig. 190*) untergebrachten Telegraphen- und Telephonleitungen, die elektrischen Schwach- und Starkstromleitungen und die Anlagen für die Rohrpost, unter ersterem aber hauptsächlich die Wasser-, Gas- und elektrischen Starkstromleitungen unterbringt.

Fig. 190.



Man ersieht aus diesen Angaben ohne weiteres, dass unter den Fahrdamm diejenigen Lei-

*) Fig. 190 ist dem Werke „Laissle, Der Strassenbau“ aus dem Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften, 1. Band. 4. Abteilung, Verlag von W. Engelmann, Leipzig, entnommen.

tungen verlegt werden, an welchen so gut wie nie Veränderungen oder Ausbesserungen vorzunehmen sind, während unter dem Bürgersteig diejenigen liegen, bei denen dies häufiger der Fall ist.

Fig. 191.

Fig. 192. Grundriss

Fig. 193.

Natürlich sind bei allen unter dem Fahrweg liegenden Leitungen Einsteigeschächte erforderlich, von denen aus eine Besichtigung usw. der Leitung vorgenommen werden kann.

In einigen Strassen englischer Städte sind Tunnels (Subways) angelegt zur Unterbringung der Leitungen, gewöhnlich in Verbindung mit den unter den Bürgersteigen liegenden und durch einen Schacht mit diesen verbundenen Kohlenkellern, wie Fig. 191 und 192 (dem Engineering, Band XIV, entnommen) zeigt.

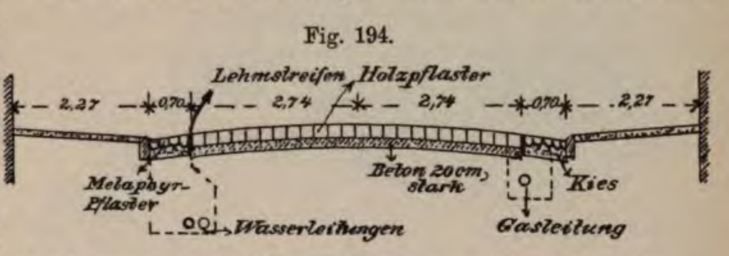
Als ein Beispiel der Unterbringung des Versorgungsnetzes in begehbaren grossen Entwässerungskanälen, wie sie in den grösseren Städten als Haupt-Sammelkanäle vielfach vorkommen, möge die in Fig. 193 dargestellte Anordnung gelten.

Gegen die allgemeine Einführung des Tunnels, lediglich zur Unterbringung des Versorgungsnetzes, spricht einmal seine in vielen Fällen unmögliche Ausführbarkeit, sowie die im Verhältnis zu dem etwa durch die Tunnels erreichten Nutzen (sofortige Entdeckung schadhafter Stellen, Vornahme von Ausbesserungen ohne Störung des Wagen- und Fussgängerverkehr und dadurch bedingte billigere Unterhaltung der Strassenbefestigung) stets ganz ungeheuren Kosten.

Ob man jedoch nicht unsere grösseren Entwässerungsleitungen und die Tunnels der Untergrundbahnen zur Unterbringung des Versorgungsnetzes mit benutzen sollte, ist eine andere Frage, die in vielen Fällen unbedingt zu bejahen wäre.

Muss man Gas- und Wasserleitungen unter den Fahrdamm einer mit Asphalt oder Holzpflaster befestigten Strasse legen, so empfiehlt sich die z. B. in Stuttgart ausgeführte Anordnung (Fig. 194, dem mehrfach erwähnten Buche von Laissle entnommen), zu beiden Seiten des Fahrweges neben dem Bordstein einen auf Kiesunterbettung liegenden Streifen von guten Kopfsteinen zu pflastern, welche bei Reparaturen an den Leitungen leicht beseitigt werden können und deren Wiederherstellung ebenfalls einfach ist, sowie in tadelloser Weise vor sich gehen kann.

Fig. 194.



Es sei an dieser Stelle auch noch erwähnt, dass die **Entfernung der Strassenlaternen** von der äusseren Bordsteinkante 60 cm betragen muss, will man nicht Gefahr laufen, dass ein schwerer Wagen, welcher dicht an den Bordsteinen entlang fährt, den Laternenpfahl umreisst. Dasselbe gilt von den Masten elektrischer Strassenbahnen, öffentlichen Brunnen und Anschlagsäulen.

Um **schadhafte Stellen an den Gasrohren** sofort entdecken zu können, bedient man sich der sogen. Riechrohre, wie sie z. B. in Mainz in der in Fig. 195 dargestellten Weise ausgeführt sind. Diese Konstruktion hat sich sehr gut bewährt, was man von sonst noch zu diesem Zwecke vorkommenden Anordnungen nicht sagen kann und welche daher hier auch nicht weiter erwähnt werden sollen.

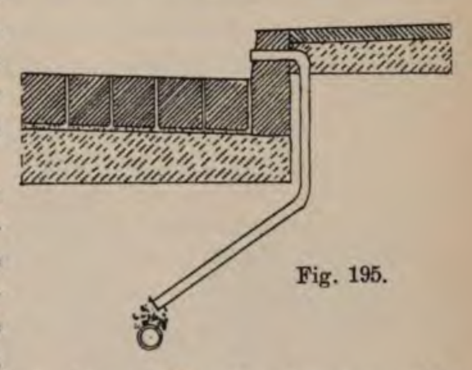


Fig. 195.

Dritter Abschnitt.

Reinigung der Strassenflächen und Beseitigung des Kehrichts.*)

A. Die Reinigung der Strassenflächen.

Der **Strassenkehricht** entsteht infolge von Abnutzung des Strassenbaumaterials durch den Verkehr und durch Verwitterung. Zu diesen meist mineralischen Kehrichtmengen gesellen sich dann noch tierischer Mist, Eisen von Rädern

*) Unter Benutzung meiner Ausführungen im Jahrgang XVI, Nr. 12 bis 14 der Süddeutschen Bauzeitung. Reich.

und von Hufen, Abfälle aller Art und anderes mehr. Bei einer Steinschlagstrasse kann man die jährliche Abnutzung bis zu 0,2 m annehmen, doch kommen bei geringwertigem Material und starkem Verkehr auch grössere Abnutzungen vor. Die Kehrichtmenge ist auf Steinschlagstrassen unter sonst gleichen Verhältnissen am grössten und beträgt beispielsweise auf Steinpflaster $^1/_2$ bis $^1/_6$, auf Holzpflaster $^1/_6$ bis $^1/_{12}$, auf Asphalt weniger als $^1/_{12}$ derjenigen auf Steinschlagstrassen. Anhaltend nasses Wetter vermehrt die Kehrichtmengen ganz bedeutend und kann bei Asphalt das $1^1/_2$ fache, bei Stein- und Steinschlagpflaster das 2 bis 5fache vorstehender Mengen betragen. Nach Heuser kann in einer überwiegend gepflasterten Stadt die tägliche Kehrichtmenge 700 bis 3500 kg auf ein Kilometer Strassenlänge betragen, und zwar wird die Kehrichtmenge bei trockenem Wetter sich der unteren, bei anhaltend nassem Wetter der oberen Grenze nähern. Nach diesen Angaben betrüge die jährliche Kehrichtmenge für ein Meter Strasse 0,2 bis 1,0 cbm.

Ausserdem rechnet man zum Strassenkehricht die nicht unbedeutenden Schlammmengen aus den Einlaufschächten und den mit Schlammfang versehenen Einsteigeschächten städtischer Entwässerungsleitungen.

Ein Kubikmeter Kehricht wiegt 500 bis 1000 kg. In Berlin sind 1250 kg festgestellt.

Die Reinigung der Strassen erfolgt zweckmäfsig zur Nachtzeit, weil dann der Strassenverkehr wenig gehemmt und umgekehrt die Reinigung bei leerer Strasse auch billiger wird.

Zur Reinigung dienen Handgeräte, wie Kratzen und Besen, oder Kehrmaschinen. Letztere sind häufig mit einer Sprengvorrichtung versehen, sie reinigen die Strassen darum billiger als Handgeräte. Jedoch kann auf holprigen Strassen mit Maschinen kaum gearbeitet werden, da weder Bürstenwalzen noch Kratzen in starke Vertiefungen eindringen.

Die Kratzen können entweder von Holz, Eisen oder Gummi sein. Letztere werden angewandt, wenn die Kehrichtmenge durch Regen oder Besprengen bereits aufgeweicht ist, während die eisernen hauptsächlich zur gründlichen Beseitigung zäher Massen dienen. Die Kratzen sind an einem langen hölzernen Stiel befestigt und werden von 1 bis 2 Arbeitern vor sich hergeschoben.

Die zur Reinigung der Strassenbahnschienen benutzten Kratzen sind so konstruiert, dass ihr vorderes Ende in die Schienenrinne hineingesteckt werden kann, den Schmutz heraushebt und bei Seite wirft oder mit dem hinteren Teil der Kratze aufsammelt.

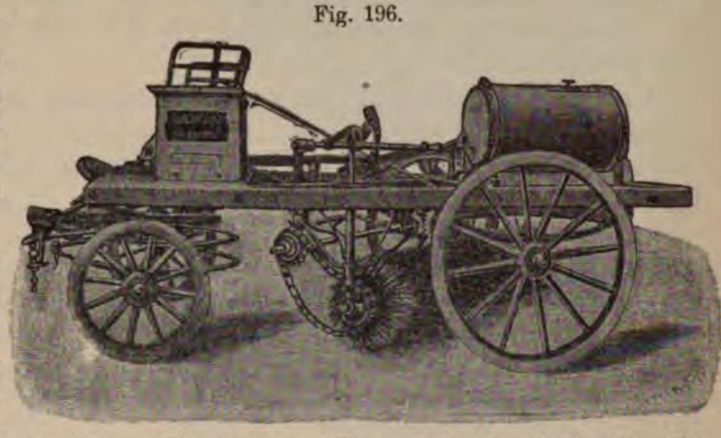
Birken- und ähnlicher Reisig hat sich zu Besen nicht bewährt, man verwendet daher jetzt fast ausschliesslich Stahldraht oder die Piazzava-Fasern gewisser südamerikanischer Gewächse.

Der auf den Strassen liegende Mist wird ständig durch Handfeger in Blechschaufeln gesammelt und zur späteren Abfuhr in an der Bordschwelle stehende Blechkästen oder solche aus Gusseisen geschüttet.

Die in Fig. 196 dargestellte Kehrmaschine ist mit einem Staublöschgefäss versehen, so dass die in hygienischer und ästhetischer Beziehung unangenehme Staubentwickelung beim Zusammenkehren des Strassenkehrichts fast vollständig aufgehoben wird. Weitere Vorzüge dieser von Robert Wacker in Dresden erbauten Maschine sind ihr geräuschloser Gang, die selbsttätige Regulierung der

Walzenbürste, sowie grosse Schonung und schnelles Auswechseln derselben. Die Leistung der Maschine beträgt für eine Arbeitsstunde etwa 5500 qm und der Wasserverbrauch 1 cbm für etwa 30000 qm Strassenfläche. Die Maschine ist 3,80 m lang, 2,25 m breit und hat ein Gewicht von etwa 1200 kg. Die Befeuchtung der Strasse geschieht vor der Walzenbürste her.

Fig. 196.



Bei glattem Strassenpflaster, wie z. B. bei Asphalt, verwendet man zur Reinigung die Strassenwaschmaschine (Fig. 197) von Hentschel & Co. in Berlin. Dieselbe besteht aus einem Wasserbehälter und aus einer aus Gummi bestehenden Reinigungswelle. Die Reinigung der Strassen geschieht ohne jede Staubentwicklung; der Wasserverbrauch ist dabei ein äusserst sparsamer. Der Antrieb der Reinigungswelle erfolgt durch Zahnradübertragung vom linken Hinterrade aus, während die andere Seite der Achse einen langen Arm trägt, in welchem dieselbe rechtsseitig gelagert ist. Die Regulierung der Sprengwassermenge kann leicht vor oder während der Fahrt erfolgen, indem der Kutscher zwei vorn an seinem Sitz angebrachte kleine Hebel auf ganze, $^{2}/_{3}$, $^{1}/_{3}$ oder ohne Wasserspende stellt. Durch Heben der Reinigungswalze kann die Maschine auch ausschliesslich oder streckenweise nur als Sprengwagen benutzt werden. Zweckmäfsig werden zwei Maschinen gleichzeitig verwandt, deren stündliche Leistungsfähigkeit zu 6000 bis 11000 qm angegeben wird.

Fig. 197.



B. Die Beseitigung des Kehrichts.

1. Die Abfuhr.

Aus gesundheitlichen Gründen sollte eigentlich der Strassenkehricht sofort nach dem Zusammenkehren abgefahren werden, was aber, da hierbei mehr Abfuhrwagen nötig sind, als wenn die Abfuhr nach und nach erfolgt, aus Sparsamkeitsgründen nicht möglich ist. Was aber möglich ist, ist, dass der Strassenkehricht sofort nach dem Zusammenkehren nach Kehricht-Sammelgruben

gebracht wird. In Altona, beispielsweise, haben sich unterirdisch angelegte, gemauerte und mit eisernen Deckeln abgedeckte Gruben von 4 cbm Inhalt sehr gut bewährt. In solchen Städten, welche massiv erbaute Anschlagssäulen besitzen, kann sehr gut der Innenraum dieser Säulen zu gleichem Zweck hergerichtet werden.

Früher wurden zur Abfuhr des Kehrichts allgemein unbedeckte, häufig noch dazu undichte Kastenwagen verwandt, aus welchen der Wind die trockenen, staubigen Teile herauswehte, soweit sie nicht mit den nassen und schlammigen Teilen durch die Fugen den Wagen wieder verliessen. Ausserdem wurden diese Wagen gewöhnlich noch bis zum oberen Rand voll geladen, so dass bei der geringsten Erschütterung der Schlamm über den Wagenbord herabrieselte, die Seitenwände desselben beschmutzte und seinen eben verlassenen Ruheplatz auf dem Fahrdamm wieder erhielt.

Jetzt findet die Abfuhr fast ausnahmslos in geschlossenen, dichten Wagen statt, von denen einige bewährte Konstruktionen in nachfolgendem besprochen werden sollen.

Der aus den Sink- oder Einlaufkästen der Rinnsteine gewonnene Schlamm, sowie der der Strassenflächen, wird in besonders zu diesem Zwecke konstruierten Schlammwagen abgefahren. Der Schlammwagen ist gewöhnlich kastenförmig mit eisernem, dicht schliessendem Behälter erbaut, in welchen der Schlamm von oben eingebracht wird. Die Entleerung geschieht fast stets durch eine auf dem Kastenboden befindliche Schiebetür, welche durch Zahnstangenbetrieb geöffnet oder geschlossen werden kann.

Fig. 198.

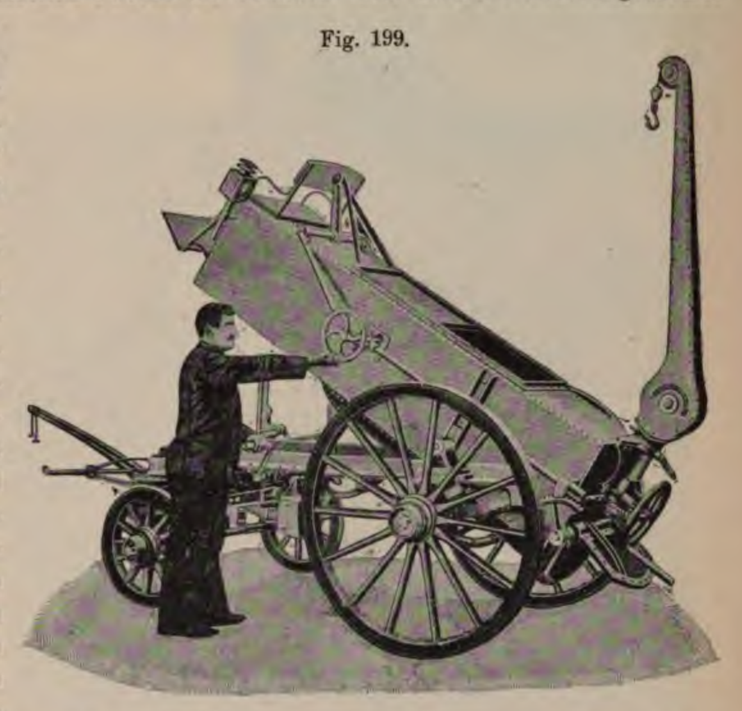


Oft wird auch, behufs Entleerung, der ganze Kasten um eine horizontale Achse gekippt oder es sind beide Vorrichtungen vorhanden, in welchem Falle der Kasten nicht umgekippt, sondern in eine stark abschüssige Bahn gestellt wird, worauf die Entleerung durch den Schieber stattfindet. Die letztere Konstruktion empfiehlt sich hauptsächlich bei grösserem Reinigungsbetrieb.

Ein zweiräderiger Schlammwagen fasst 700 bis 1000 und ein vierräderiger 1200 bis 1800 l Inhalt.

Die Strassensinkkästen besitzen häufig herausnehmbare Schlammsammeleimer, die zugehörigen Abfuhrwagen haben in diesem Fall einen Hebekran, vermittelst dessen die Eimer hochgezogen werden können. Fig. 198 stellt einen solchen von der Geigerschen Fabrik für Strassen- und Hausentwässerungsartikel in Karlsruhe ausgeführten Wagen im Augenblick der Eimer-Entleerung und Fig. 199 im Augenblick der eigenen Entleerung dar.

Fig. 199.



Die **Kehrichtwagen**, welche den eigentlichen in Haufen zusammengekehrten oder in Sammelbehältern gesammelten Strassenkehricht (Pferdemist, Staub und die verschiedenen Abfälle) abzufahren haben, werden meist von Holz in Kastenform hergestellt. Um ein leichtes Entleeren zu ermöglichen, werden Seitenwände und Rückwand abnehmbar eingerichtet, während man das Verstauben des Inhalts beim Einwerfen dadurch vermindert, dass man die Einfallöffnungen möglichst klein — auf keinen Fall grösser als 1 m — nimmt.

Fig. 200.



Die Oeffnungen werden durch Deckel geschlossen, welche als zweiseitige von der Wagenmitte abfallende Klapptafeln konstruiert werden, die sich beim Oeffnen entweder auf eine besondere Längsstange aufsetzen oder durch auf den Kastenrand aufzustellende Gabeln gestützt werden. Es werden zweispännige Wagen von 2,5 bis 4 cbm und einspännige Wagen von 1 bis 2 cbm Inhalt gebaut.

In Fig. 200 ist ein patentierter Wagen von Peter Bauer in Cöln-Ehrenfeld erbaut, dargestellt. Die Kehricht-Abfuhr geschieht staubfrei: Der nutzbare Rauminhalt beträgt 2 bis 4 cbm. Die Klappen der Oeffnungen haben eine gebogene Form, damit beim Niedergehen derselben der Staub mit Sicherheit gefangen und in das Innere des Wagenkastens gedrängt wird. Das Schliessen der Klappe erfolgt durch das Eigengewicht derselben.

Fig. 201.



Die Entleerung des Wagens geschieht durch Aufkippen des Wagenkastens mittels Windevorrichtung (Fig. 201). Der Wagenkasten ist auch abnehmbar, was für einen etwaigen Eisenbahntransport des Mülls von grosser Wichtigkeit ist.

Fig. 202.



Der in Fig. 202 dargestellte Abfuhrwagen von Wilh. Hahn in Schmalkalden besitzt einen grossen Laderaum, er wird von oben zu be- und nach unten zu entladen und ist staubsicher verschlossen durch oben angebrachte 6 Deckel, welche sich durch eigenes Gegengewicht selbsttätig aufrichten.

Fig. 203.

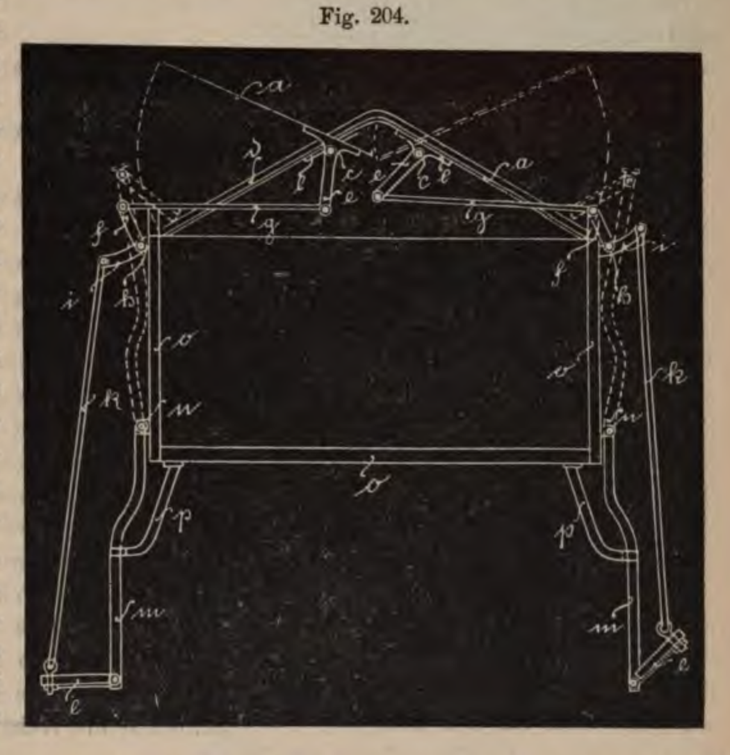


Der nach der Mitte vertieft liegende Boden ist im Scheitel durch zwei Schieber verschlossen, welche sich durch Handräder leicht aufziehen lassen und wodurch sich eine grosse Oeffnung zum Entleeren in der Mitte des Wagenkastens bildet.

Fig. 203 stellt einen sehr praktischen staubfreien Abfuhrwagen der Rheinisch-Westfälischen Wagenbauanstalt in Elberfeld dar und Fig. 204 die hintere Ansicht des Wagens mit rechts geschlossener und links geöffneter Klappe.

Die Klappen a sind durch Lager b und Welle c an das Verdeckgestell d drehbar befestigt, Hebel e und f sowie Zugstange g verbinden dieselbe mit der Welle h. Durch Hebel i und Zugstange k wird die Verbindung mit dem Trittbrett l hergestellt; letzteres ist drehbar an der Stange m angebracht, die ihrerseits ebenfalls drehbar durch Lager n am Wagengestell o befestigt sind und durch Streben gestützt werden. Unterhalb des Trittbrettes sind die Stangen m umgebogen, es kann dadurch das Trittbrett nicht tiefer herunterklappen, bis es wagerecht steht. Soll Kehricht eingeschüttet werden, so tritt man auf das bei geschlossener Klappe schräg nach oben stehende Trittbrett, wodurch dasselbe in die wagerechte Stellung kommt und durch die Hebel und Zugstangen die Klappen a öffnet. Nach Herabtreten vom Trittbrett schliesst sich die Klappe durch ihr Eigenwicht und zieht das Trittbrett wieder in die schräge Stellung. Ist der Wagen beladen, so wird die Stange k ausgehängt und die Stangen m mit Trittbrett a werden hochgeklappt und am Wagengestell befestigt. Das Beladen des Wagens geschieht durch Schaufel oder Müllgefäss, das Entleeren durch Kippen des Kastens.

Fig. 204.



Die Abfuhr des Kehrichts ist aber erst die erste Station auf dem Wege der Müllbeseitigung. Häufig beginnt jetzt erst die Sorge der städtischen Verwaltungen, die nämlich, was mit dem Kehricht geschehen soll.

2. Die endgültige Beseitigung des Kehrichts.

Wenn in den nachfolgenden Ausführungen von dem Kehricht oder Müll die Rede ist, so ist damit nicht nur der Strassenkehricht, sondern auch der aus den Häusern und Gewerbebetrieben gemeint, dessen Beseitigung mit der des Strassenkehrichts gemeinsam geschieht und dieses oft bedeutend erschwert.

Für die endgültige Beseitigung des Kehrichts stehen folgende Wege zur Verfügung: Das Verbringen auf Kehrichtlagerplätze und die weitere Verarbeitung

auf diesen, ferner durch landwirtschaftliche Verwertung und endlich durch Verbrennung.

Kehrichtlagerplätze sollen so gelegen sein, dass die sich entwickelnden Dünste und unangenehmen Gerüche weder die Nachbarschaft belästigen, noch den Untergrund der Lagerplätze verunreinigen. Staubentwicklung muss tunlichst vermieden werden. Liegt der Lagerplatz am Wasser oder an der Eisenbahn, so sind Umladevorrichtungen erforderlich. Zweckmäfsig ist es, wenn der ganze Kehrichtbehälter vom Abfuhrwagen auf das Schiff oder den Eisenbahnwagen verladen wird, was aber teuer und unwirtschaftlich ist. Gewöhnlich wird der Kehrichtbehälter über einen von allen Seiten dicht verschlossenen Trichter in das Schiff oder den Eisenbahnwagen entleert.

Aus wirtschaftlichen Gründen empfiehlt sich die Sortierung des Kehrichts auf den Lagerplätzen, was entweder durch Handarbeit oder besser durch Siebe von verschiedener Maschenweite, z. B. für Asche und Staub, für Kohlenstückchen und für grössere Reste, geschieht. Die letzteren werden mit der Hand weiter sortiert. Metallische Abfälle, Lumpen, tierische Körperteile finden industrielle Verwertung, z. B. Lumpen zur Papierfabrikation, Knochen zu Handgriffen an Stöcken und Schirmen oder zu Knochenmehl, Asche und Schlacken können in Ziegeleien oder mit Kalk vermischt zu Mörtel oder zu Anschüttungen, Kohlenreste als Brennmaterial, Korken zur Linoleumfabrikation, steinige Stoffe zur Unterbettung von Strassen, als Beton-Steinschlag oder zu Anschüttungen verwendet werden. Organische Reste können als Düngemittel verkauft werden. Die unverwertbaren Gegenstände werden verbrannt oder zur Geländeaufhöhung benutzt.

Das letztere kann auch unbedenklich mit dem ganzen Müll geschehen, wenn eine Stadt ein sandiges oder tief liegendes mooriges Gelände erwerben kann, bei welchem eine Verunreinigung des Untergrundes oder benachbarter Wasserläufe überhaupt nicht stattfinden kann oder eine solche wenigstens nicht nachteilig wirkt. Ferner muss der täglich frisch ankommende Kehricht mit altem, bereits abgelagertem Kehricht bedeckt werden.

Nach einigen Jahren besteht dann infolge Verwesungs- und Vermoderungsvorgängen das aufgeführte Gelände aus einem fruchttragenden, humusreichen Boden.

Die Verwendung des Kehrichts zur Ackerdüngung empfiehlt sich nur bei kleinen Transportweiten, also vorzugsweise für kleinere und mittlere Städte.

Die schlammigen Rückstände der Kanalisationswässer werden an einigen Orten mit dem Kehricht zu Kompost verarbeitet, welcher dann zu landwirtschaftlichen Düngezwecken benutzt wird.

Die Beseitigung des Mülls durch Verbrennen in gut konstruierten Verbrennungsöfen ist zu empfehlen.

Die beim Verbrennungsprozess gewonnenen Schlacken können unbedenklich zu Strassen- und Wegebefestigungen, oder als Zusatzmaterial zur Herstellung von künstlichen Mauersteinen und Platten aus hydraulischem Kalk- oder Zementmörtel verwendet werden, nachdem sie durch Zerkleinerungs- und Mischmaschinen, welche durch den in der Dampfkesselanlage von den Feuergasen der Kehrichtverbrennung erzeugten Dampf getrieben werden, in geeigneter Weise verarbeitet sind. Fein gemahlene Kehrichtschlacke, mit Kalkpulver vermischt, gibt ein gutes hydraulisches Bindematerial.

Die Vernichtung des Kehrichts unter Benutzung hoher Temperaturen kann entweder durch Verbrennen oder durch Einschmelzen oder durch Vergasen geschehen. Das Verbrennen und Einschmelzen geschieht in Oefen, das Vergasen in Retorten.

Fig. 205.

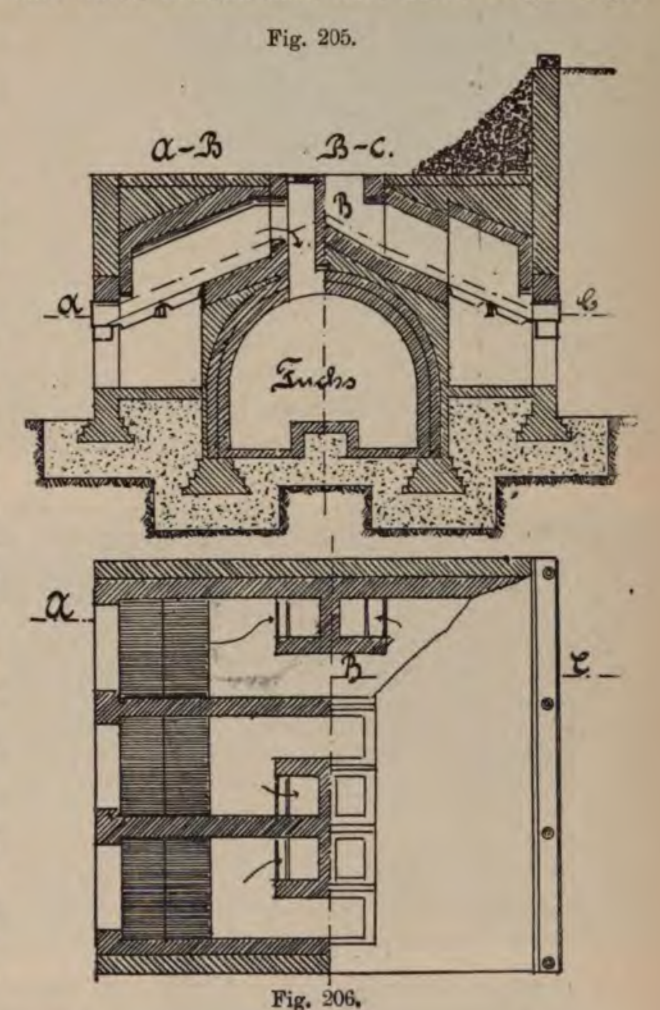


Fig. 206.

Die bekanntesten, allgemein eingeführten, englischen Ofensysteme sind die von Fryer, Horsfall und Warner.

Der Fryer-Ofen (Fig. 205 und 206) besteht aus einem grossen mit einem Chamottegewölbe überdeckten Rost, welcher entweder fest oder beweglich und nach vorn unter etwa 20° geneigt ist. Dieser Verbrennungsraum wird Zelle genannt. Die Beschickung geschieht von oben durch die Oeffnung B, während die Schlacke durch die seitlichen Schlackenöffnungen A und C entfernt wird*). Es werden gewöhnlich, wie Fig. 205/6 zeigt, zwei solcher Oefen, Rücken an Rücken, nebeneinander gebaut, welche einen gemeinsamen, der Flugasche wegen, grossen Fuchs haben.

Die neueren Oefen besitzen noch einen Rauchverbrenner, damit das übelriechende, unverbrannte Gas nicht die Nachbarschaft belästigt.

Die Temperatur im Ofen beträgt bis zu 400° C., manchmal auch bis zu 600°. Die stündliche Leistung einer Zelle von 2,60 bis 3,00 m Länge, 1,50 m Breite und 1,00 bis 1,20 m Höhe schwankt zwischen 4,5 bis 7 t.

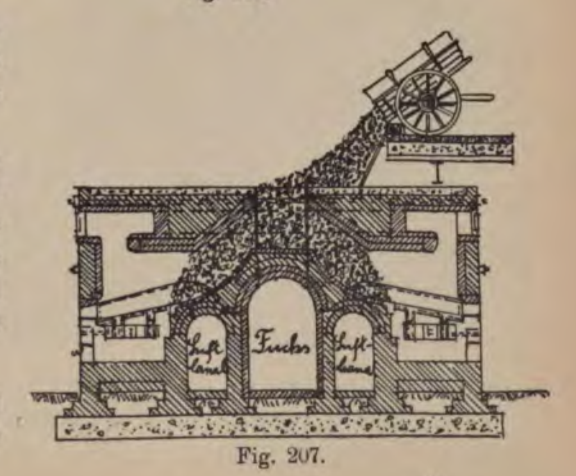


Fig. 207.

*) Die Figuren 205 bis 209 sind dem Technischen Gemeindeblatt (Berlin, Verlag von Carl Heymann) entnommen.

Der Horsfall-Ofen (Fig. 207) bedarf keines besonderen Rauchverbrenners, da der Rauchabzug unmittelbar über der heissesten Stelle des Feuers liegt. Die tägliche Leistung einer Zelle, in welcher die Temperatur bis zu 800° C. beträgt, ist 2,15 bis 3,70 t auf 1 qm Rostfläche. Die Feuergase müssen, um nach dem oberen Zellenraum zu gelangen, durch die über dem stärksten Feuer vielfach durchbrochene glühende Zelldecke gehen, wodurch eine vollständige Verbrennung der Feuergase erzielt wird. Die Regulierung des Feuerzuges erfolgt durch einen von der Plattform aus stellbaren Schieber. Der Rost ist beweglich, wodurch man die Kehrichtmengen, dem Verbrennungsfortgange entsprechend, nach der Feuerstelle hinschieben kann. Dadurch erübrigt sich ein Oeffnen der Feuertüren, um den Kehricht vorzuziehen. Sie werden daher nur geöffnet, wenn die Schlacke entfernt werden soll. Der Rost wird von Hand oder mechanisch bewegt, ersteres ist besser.

Nach Brix ist der Horsfall-Ofen auch für deutsche Verhältnisse sehr geeignet.

Die Figuren 208 bis 211 stellen einen vierzelligen Warner-Ofen dar, welcher, wie aus den Abbildungen ersichtlich ist, ein verbesserter Fryerscher Ofen ist. Die Sohle des Feuerraumes hat eine Neigung von 20 % und besteht aus einem etwa 1,50 m langen Vorherd und einer 1,80 m langen und etwa 1,50 m breiten Rostfläche, deren Stäbe quer gegen die Längsachse der Zelle und an ihrem Ende drehbar gelagert sind. Die Bewegung der Roststäbe geschieht in der Weise, dass die geradnummerigen und die ungeraden für sich, aber zusammen bewegt werden. Der Beschikkungstrichter, welcher 300 l fasst, befindet sich am oberen Ende des Feuerraumes; er ist mit einer Bodenklappe versehen und wird von der Plattform des Ofens aus bedient.

Fig. 208. Fig. 209.

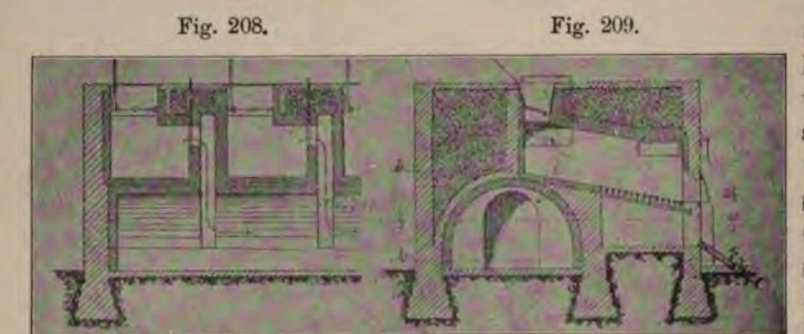
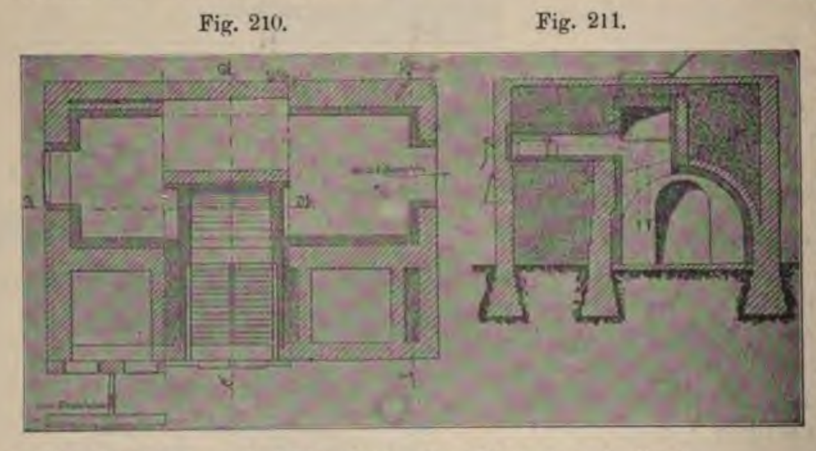


Fig. 210. Fig. 211.



Von den verschiedenen deutschen Oefen (Haase, Dr. Dörr, Herbertz usw.) sei hier nur der Verbrennungsofen von Riepe & Co. in Braunschweig (Fig. 212

bis 214) nach den Angaben von Oppermann im Technischen Gemeindeblatt, Jahrg. 1901/02, Seite 143 u. flg. beschrieben:

Der Ofen besteht aus einem schrägen Herd A mit dem Rost t und dem Füllschacht F. Unter dem Roste befindet sich der Aschenfall S und darunter der Generator P und die Regenerativeinrichtung Q. Der Generator wird durch ein Körtingsches Dampfstrahlgebläse mit Luft versorgt, während dem Herdrost t Druckluft mittels Ventilators zugeführt

Fig. 212.

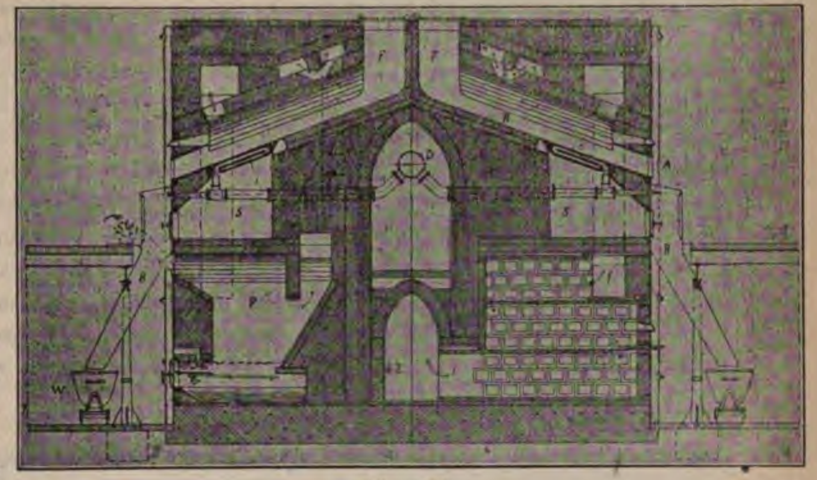


Fig. 213.

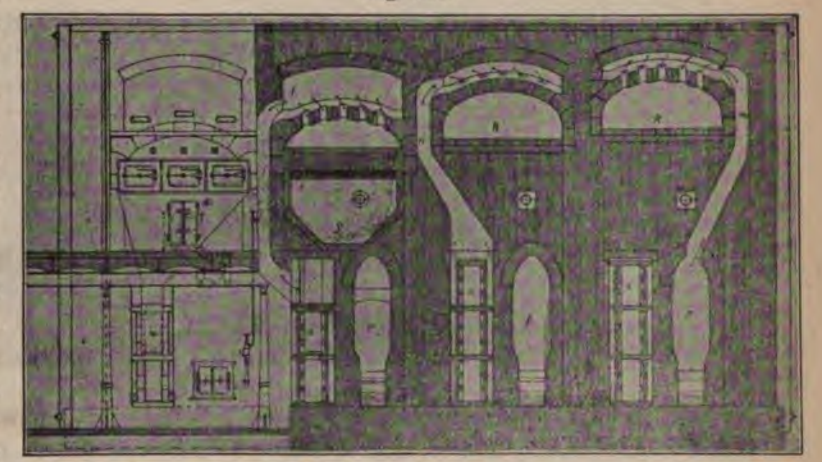
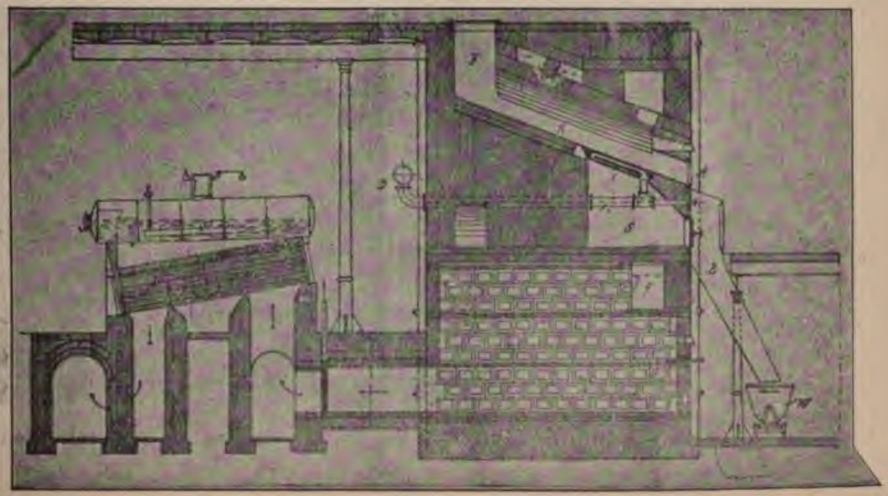
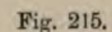


Fig. 214.



wird. Da die Verbrennung auf dem Herde nicht ohne Brennmaterialzusatz vor sich geht, so müssen im Generator P Heizgase erzeugt werden, welche durch den Kanal m über das Gewölbe des Herdes geleitet werden und hier durch düsenförmige Oeffnungen bei o im oberen Teil des Herdes austreten. Die zur Verbrennung dieser Heizgase erforderliche Verbrennungsluft wird im Regenerator Q, in welchem die abziehenden Endgase ihre Wärme absetzen, vorgewärmt und gelangt durch den Kanal n über das Gewölbe des Herdes, um sich sodann bei o mit den Heizgasen zu vereinigen und ihre Entzündung und Verbrennung herbeizuführen. Die abziehenden Endgase der Verbrennung sammeln sich in einem Rauchkanal z und werden dem in Fig. 214 schematisch eingezeichneten Dampfkessel zugeführt. Der Betrieb ist aus den Figuren ersichtlich.

Eine andere Konstruktion von Riepe ist in den Figuren 215 und 216 dargestellt. Der schräge Herd R einer Ofenzelle ist durch senkrechte Wände r^1 bis r^3 in drei Kammern zerlegt. In den Wänden befinden sich zahlreiche Kanäle n, die die an der Verbrennungsstelle entstehenden Endgase aus den Verteilungskanälen m nach den Sammelkanälen n leiten. E ist die Einfüllungsöffnung und t der vorbesprochene Herdrost. Der Aschenfall S wird während des Betriebes fest verschlossen und erhält durch die Windkanäle W trockenen Unterwind.


Fig. 215.

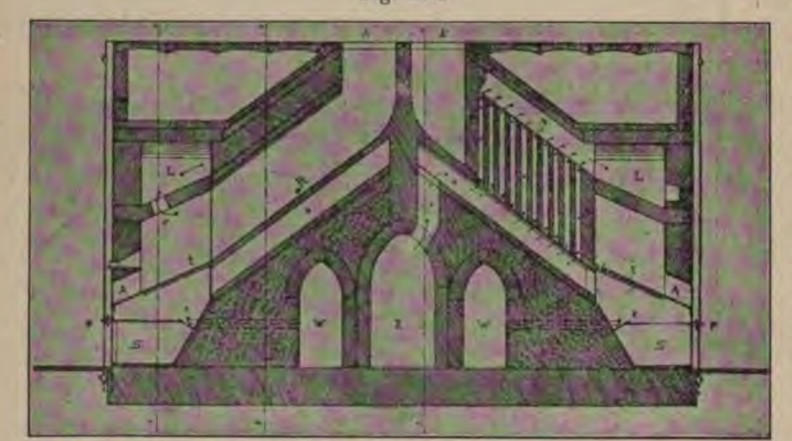
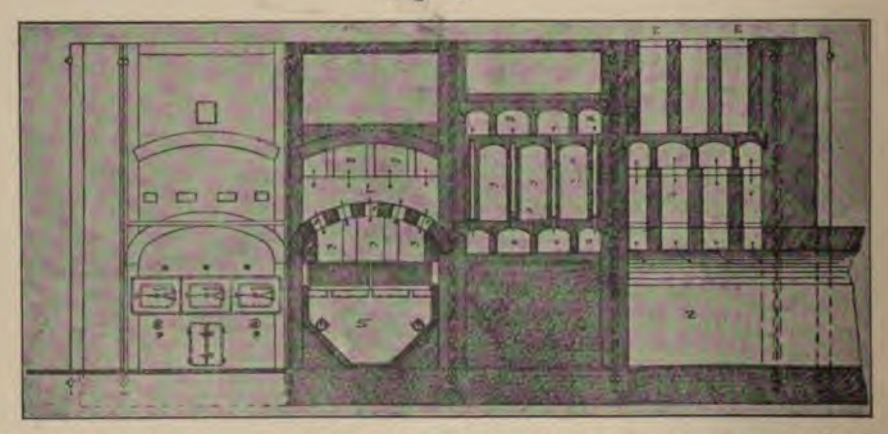


Fig. 216.



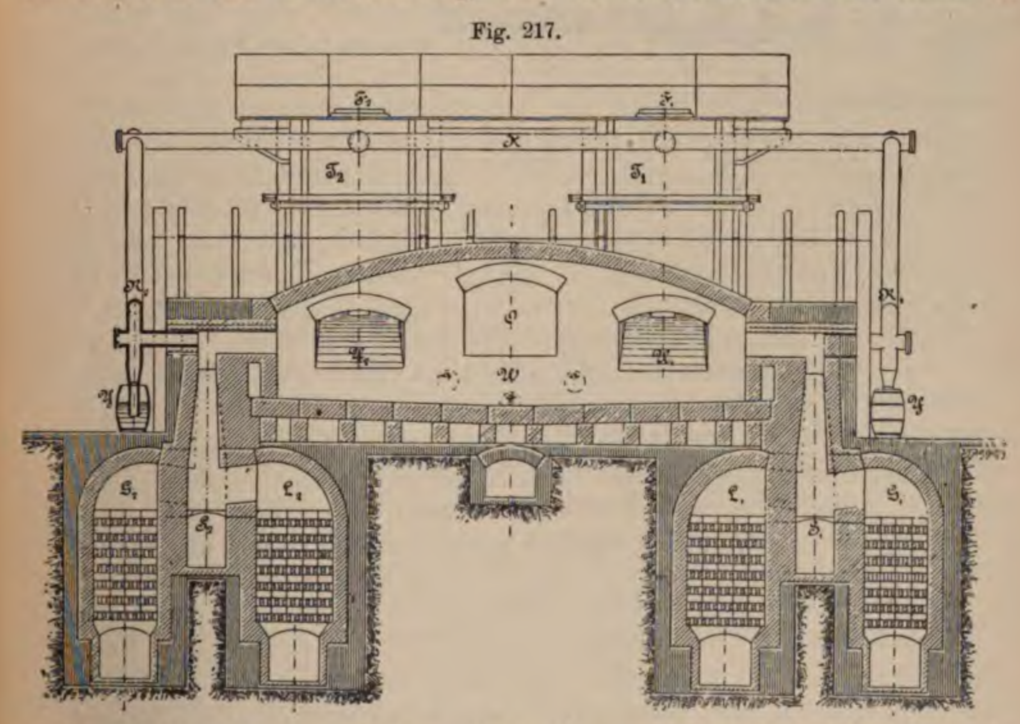
Letzterer wird durch die Seitenkanäle i entnommen und durch die mit Handrädern p verstellbaren Klappen P reguliert.

Das Einschmelzen des Kehrichts in Oefen bezweckt eine fast restlose Vernichtung desselben, hier sind vor allem die Versuche von Wegener in Berlin und Schneider in Dresden bahnbrechend gewesen. Schneiders Erfindung besteht im allgemeinen darin, dass sämtliche Abfallstoffe ohne irgendwelche Zwischenbehandlung oder Bearbeitung besonders konstruierten Oefen zugeführt und in denselben zu einer dunkelfarbigen, lavaartigen Masse eingeschmolzen werden, wobei alle organischen Bestandteile unter Zunutzemachung der durch ihre Verbrennung erzeugten Wärme in vollkommen rauch- und geruchloser, sowie hygienisch unschädlicher Weise vernichtet werden. Die geschmolzenen Massen werden in flüssiger Form dem Ofen entnommen, in Formen gegossen und langsam abgekühlt. Auf diese Weise erhält man Steine, Ziegel, Blöcke und dergl., welche wegen ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Temperatureinflüsse, Feuchtigkeit, Säuren usw. als Strassenpflaster, für Fundamente, Ufereinfassungen, Entwässerungskanäle usw. vorzüglich geeignet sind.

Lässt man die erwähnte flüssige Masse in Wasser laufen, so geht das Produkt in Kiesform über, ist also ebenfalls zu Bauzwecken gut verwendbar.

Der in den Figuren 217 und 218 dargestellte Ofen ist ein Wannenofen mit Füllschächten, deren Neigung sich nach der Art der zu verarbeitenden Massen richtet. G_1 und G_2 sind Gas-, und L_1 und L_2 Luftgeneratoren, welche durch Kanäle mit der Gas- und Luftheizung, sowie mit dem Schornsteinkanal verbunden

Fig. 217.

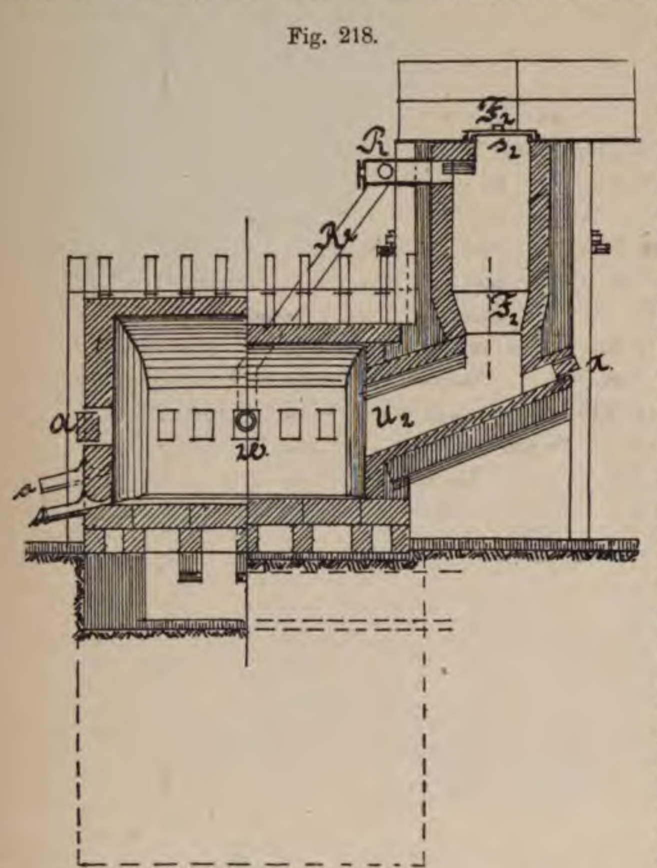


sind. Zwischen je einem Luft- und Gas-Regenerator befindet sich eine Staubfangkammer S. Die einzelnen Regeneratoren sind durch Kanäle oder Füchse mit dem eigentlichen Ofen-Schmelzraume W verbunden.

Der Schmelzraum W ist auf der einen Seite mit Abstich- und Arbeitsöffnungen a und A versehen, und auf der gegenüberliegenden Seite sind ausser

einer grösseren verschliessbaren Oeffnung O, durch welche man im Falle des Bedürfnisses besonders grosse, zum Teil brennbare Abfallstoffe, wie z. B. infizierte wertlose Wäschebündel, Hauseinrichtungsgeräte, tote Tierkörper, dem Wannenofen zuführen kann, ein oder zwei kleinere verschliessbare, bezw. entsprechend regulierbare Oeffnungen h neben jener angeordnet, durch welche je nach Bedarf ein entsprechender Teil der Heizgase abgeführt und zur Kesselheizung benutzt werden kann. Die Abstichöffnungen a sind so gelegen und so geformt, dass immer nur das meistflüssige, lavaähnliche Schmelzerzeugnis abgezogen werden kann. Die die Materialien zuführenden geneigten Schächte münden bei U_1 und U_2 in den Ofen. Die Schächte werden von einer Bühne oberhalb der Ofenlage durch die Oeffnung s_1 bezw. s_2 beschickt und sind mittels Deckel F_1 bezw. F_2 verschliessbar. Die beiden Füllschächte T_1 T_2 sind untereinander durch ein Rohr R verbunden, von welchem Abzweigungen R_1 und R_2 nach beiden Seiten des Ofens abgehen. Wenn nötig, kann durch die Oeffnung bei x (Fig. 218) ein Nachschüren der Kehrichtmassen bewirkt werden. Die Reinigungsvorrichtung y (Fig. 217) dient zur Aufnahme des Niederschlagswassers.

Fig. 218.



Die Vergasung des Mülls in Retorten ist bisher über Versuche nicht hinausgelangt, deren bekannteste die des Professors Loos in Wien sind. Derselbe vergaste gewöhnliches Müll in eisernen bezw. Chamotteretorten und erhielt nach etwa 1 ½ stündiger Dauer des Prozesses ein ziemlich kohlenoxydarmes Gas. Die Menge betrug 120 bis 150 cbm für 1000 kg Müll mit einem Heizwert von 2500 bis 3000 Kalorien für ein Kubikmeter.

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass einige Seestädte in England und Amerika ihren Kehricht zum grossen Teil dadurch beseitigen, dass sie ihn auf sogenannte Klappschiffe laden, dann auf die hohe See fahren und hier versenken.

Im allgemeinen würde etwa folgende Behandlung bezw. Teilung den besten und billigsten Weg für die Müllbeseitigung in grösseren Städten bezeichnen:

1. Direkt verkäufliche Gegenstände, wie Metall, Lumpen, Knochen usw., falls lohnend, in geschlossenen und gelüfteten Lokalen auszusuchen.

2. Mineralische Massen, als Asche, Schutt, Scherben, auch Strassenabraum von wesentlich erdiger Beschaffenheit zu Anschüttungen.

3. Düngfähiger Strassenkehricht zu landwirtschaftlichen Zwecken.

4. Sonstige organische Stoffe und damit versetzte Massen zu verbrennen.

C. Mittel zur Verhinderung der Staubbildung auf den Strassen.

Es gibt zur Zeit drei Methoden, die Bildung des Strassenstaubes, welcher sich hauptsächlich auf Steinschlagstrassen bildet, zu verhindern*):

1. Das Teeren der Landstrasse,
2. Das Besprengen der Strassen mit auf etwa 60° erhitztem Petroleum,
3. Das Westrumitverfahren.

1. Die Bedingungen zur Erzielung eines guten Resultates durch Teerung sind folgende:

a) Das Teeren darf nur bei trockenem, warmem Wetter (20 bis 25° C.) vorgenommen werden. Wenn die Strasse auf lehmigem Boden nicht leicht trocknet, so soll es einige Tage vorher nicht geregnet haben; denn Bodenfeuchtigkeit ist der ärgste Feind des Teeres.

b) Die Steinschlag-Strasse muss in vollkommen gutem Zustande frisch eingewalzt worden sein, damit sie eine möglichst glatte und harte Oberfläche darbietet.

c) Die Strasse muss absolut schmutz- und staubfrei sein; entweder durch energisches Abkehren, Abkratzen oder besser durch Abwaschen und Bearbeiten mit Strassenbürsten, bis die Oberfläche wie ein Mosaik zum Vorschein kommt.

d) Wenn die Strassenoberfläche vollkommen trocken ist — 1 bis 8 Tage nach dem Waschen — so wird bis auf 60° erhitzter Steinkohlenteer mit Schrubbesen in 1 bis 2 mm dicker Schicht gleichmäſsig auf die Strassendecke aufgetragen. Zur Beförderung des Eintrocknens und, damit die geteerte Strasse nicht zu glatt wird, streut man 2 bis 3 Stunden nach dem Teeren etwas trockenen Sand darüber und walzt ihn leicht ein. 1 kg Teer genügt für 1 qm Strassenfläche.

Der Nachteil des Teerverfahrens ist, dass zwar zunächst die Wirkung der Strassenteerung ähnlich der der Asphaltierung ist, wenn nämlich gleich nach dem Teeren andauernder Sonnenschein das Eindringen des Teers in die Strassendeckschicht beschleunigt; ist dies aber nicht der Fall, so bildet der Teer nur eine 2 bis 3 mm starke Decke, welche von schwerem Fuhrwerk schnell durchbrochen wird. Bei Frost entstehen, ebenso wie bei der Erschütterung der Strassenoberfläche durch den Verkehr, Abbröckelungen von kleinen Kügelchen, welche sich nicht wieder zusammenfügen und bei Regenwetter Schlammstellen, bei trockenem Wetter Staub verursachen. Eine Bewässerung der geteerten Strassen verflüchtigt sich nicht.

2. Petroleumsprengung. Das in einer Eisentonne über Holzkohlenfeuer bis auf etwa 60° C. erhitzte Petroleum wird mittels Giesskannen auf die

*) Nach: „Dr. Hamm, Die Beseitigung des Strassenstaubes“ in Heft 2, Band XXXVII der Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, Verlag von F. Vieweg & Sohn, Braunschweig.

vorher gründlich gefegte Strassendecke gegossen und mit Bürsten gleichmäſsig verteilt. Der vorher beiseite gefegte Staub wird wieder zurückgefegt.

Man gebraucht für jedes Kilometer einer 6 m breiten Fahrstrasse 2 t Petroleum, wozu noch etwa 80 Mark für Arbeitslohn kommen.

Die mit Petroleum gesprengten Strassen leiden nicht mehr unter dem Einflusse des Regenwassers und sonstiger stagnierender Flüssigkeiten.

Zwei Sprengungen im Abstande von einem Monat sollen mindestens für ein Jahr ausreichen.

Der Petroleumgeruch lässt sich nach dem patentierten Verfahren von Th. Weber in Berlin leicht dadurch beseitigen, dass man ihn mit terpentinhaltigen, ätherischen Oelen, z. B. mit Terpentinöl, Fenchelöl, Lavendelöl, Fichtennadelöl usw. mischt und alsdann alkalisch behandelt. Man kann auch die einzelnen Bestandteile der Mischung zunächst mit Alkalien behandeln und sie dann mischen.

3. Das Westrumitverfahren will wässerige Lösungen oder Emulsionen der durch Alkalien usw. wasserlöslich oder emulsierbar gemachten Fette, Oele, Harze, Pech- oder Teerarten, sowie von Seifenlösungen und Wasserglaslösungen als Staubbekämpfungsmittel verwenden. Diese in wasserlöslichen Zustand gebrachten Oele lassen sich sofort mit jedem Prozentsatz kalten Wassers weiter lösen, um eine Sprengflüssigkeit zu erhalten, die je nach Bedarf einen bestimmten Prozentsatz Westrumit enthält.

Bei der Strassenbesprengung mit einer solchen Flüssigkeit dringt diese schnell und leicht in die Strasse bis zu einer Tiefe von 3 bis 5 cm ein.

Die feine Verteilung des Oels im Wasser bewirkt, dass das Oel sich auf und in der Erde überall hin verbreitet, die kleinsten Staubteilchen und Sandkörner anzieht und durch sein grosses Kohäsionsvermögen mit der umhüllenden Westrumitschicht an einander kittet. Die Strassenoberfläche wird dadurch staubfrei und dicht elastisch. Durch den Verkehr entstehender oder von anderen Orten hinzukommender neuer Staub wird von der besprengten Fläche festgehalten und gebunden, die Strassenfläche wird desinfiziert.

Regen erzeugt auf den mit Westrumit behandelten Strassen keine Schlammbildung, das Wasser sickert teilweise schnell in den Boden ein, wobei es durch erneute Lösung des im Boden festgehaltenen Oeles die behandelten Flächen auffrischt.

Die Besprengung ist gewöhnlich alle 2 bis 3 Wochen zu wiederholen.

Vierter Abschnitt.

Die Wasserversorgung der Städte.

A. Allgemeines.

Zur Versorgung der Städte mit Wasser wurden schon im Altertum grosse Wasserleitungen hergestellt, welche teils aus Quellen, teils aus Sammelbecken gespeist wurden. Man war dabei auf den Bezug des Wassers von höher gelegenen

Punkten und die Zuleitung nach dem Verbrauchsort mit natürlichem Gefälle angewiesen. Gegenwärtig fällt diese Beschränkung fort, und das Wasser muss häufig künstlich gehoben werden; natürlich ist aber eine hochliegende Wasserentnahmestelle ohne Hebewerk in der Regel vorzuziehen, d. h. wenn die Beschaffenheit und Menge des Wassers, sowie die sonstigen örtlichen Verhältnisse dies zulassen.

Bevor man an die Errichtung eines Wasserwerks herantritt, sind Untersuchungen anzustellen über die Grösse des Wasserbedarfs, die Beschaffenheit und Menge des zur Verfügung stehenden Wassers und die erforderliche Druckhöhe.

B. Die Vorarbeiten.

1. Der erforderliche Wasserbedarf.

Der Wasserbedarf, welchem ein Wasserwerk genügen muss, setzt sich zusammen aus dem Wasser

für den hauswirtschaftlichen Bedarf,
" " gewerblichen " und
" öffentliche Zwecke.

Die für den haus- und gewerbewirtschaftlichen Betrieb erforderliche Wassermenge ist örtlich sehr verschieden und richtet sich nach der Grösse und Dichtigkeit der Bevölkerung, deren Wohlhabenheit, ihrer Gewohnheit, ihrem Reinlichkeitsbedürfnis und nach dem Umfange und der Art des gewerblichen Betriebes.

Die Menge des zu diesem Zwecke erforderlichen Wassers muss auf das sorgfältigste, unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse, bestimmt werden und ist dies geschehen, so muss die ermittelte Wassermenge mit unter ähnlichen Verhältnissen ausgeführten und erprobten Anlagen verglichen und unter Umständen berichtigt werden.

Am wichtigsten ist die genaue Ermittelung der Wassermengen für den hauswirtschaftlichen Gebrauch, d. h. für die Zwecke des Trinkens, Kochens und Reinigens, da eine reichliche Verwendung guten Wassers zu diesen Zwecken von ausschlaggebender Bedeutung für den Gesundheitszustand der Bevölkerung ist.

Nach den bisherigen Erfahrungen kann man den Wasserbedarf annehmen:

a) zu hauswirtschaftlichen Zwecken.

Zum Trinken, Kochen, Spülen, Reinigen der Wäsche und Wohnräume, für den Kopf und Tag	30—40 l
Für eine einmalige Abortspülung	5—10 l
" ein Wannenbad	350 l
" " Brausebad	25—35 l
" Spülung eines Pissoirständers nach jedesmaligem Gebrauch, durchschnittlich für den Tag	30—50 l
Desgl. bei ständiger Spülung, für die Stunde und 1 m Spülrohr	200 l
Für 1 qm Garten- und Hofbesprengung	1,5 l
" 1 Arbeitspferd oder Grossvieh	50 l
" 1 Stück Kleinvieh	8—20 l
" Reinigung eines Lastwagens	40—100 l
Desgl. für eine Kutsche	150—200 l

b) zu gewerblichen Zwecken.

Eine Dampfmaschine erfordert für eine Pferdekraft und eine Stunde:		
	ohne Kondensation	30—40 l
	mit „	700—750 l
Eine Gasmaschine an Kühlwasser für 1 cbm Gas		50—60 l
Zur Mörtelbereitung für die Herstellung von 1 cbm Ziegelmauerwerk		300 l
Für ein Hektoliter Bier		500 l
In Gasthöfen für eine Person und Tag		100 l
Für Reinigung von 100 kg Wäsche in Waschanstalten		400 l
Für ein Wannenbad in öffentlichen Badeanstalten		500 l
In Schlachthäusern, für jedes Stück geschlachtetes Vieh		300—400 l
„ Markthallen, für jedes Quadratmeter bebaute Fläche und jeden Markttag		5 l
Tagesbedarf für jede im Gebrauch befindliche Lokomotive		6000-8000 l

c) für öffentliche Zwecke.

Für einmalige Besprengung von 1 qm Pflaster	1 l
„ „ „ „ 1 „ Steinschlagbahn	1,5 l
„ „ „ „ 1 „ öffentlichen Anlagen . . .	1,5 l
Desgl. öffentliche Pissoirs (siehe die Angaben unter a).	
Springbrunnen, je nach der Grösse, für jede Stunde	200-150000 l und mehr.
Oeffentliche Brunnen für jeden Auslauf und Tag	3000-20000 l
In Schulen, für jeden Schüler und Schultag	2 l
Desgl., wenn Brausebäder verabfolgt werden	4—5 l
In Kasernen, für Mann und Tag, einschl. Bäder	25—30 l
Für ein Militärpferd	40 l
In Kranken- und Versorgungsanstalten für einen Mann und Tag, einschl. Bäder	120—150 l

Von grossem Einfluss auf den Verbrauch des Wassers ist die Art der Berechnung des Wasserverbrauchs, d. h. ob nach Schätzung oder nach Wassermesser oder nach der Weite der Hausanschlussrohre oder nach dem Mietwerte der Wohnungen oder nach der Gebäudesteuer oder der Höhe der Feuerversicherungssumme oder sonstwie bezahlt wird.

Am meisten eingeschränkt wird die Wasservergeudung durch Benutzung der in „Opderbecke, Die allgemeine Baukunde“ besprochenen Wassermesser, denen aber als grosser Nachteil wieder gegenübersteht die Einschränkung des Bedarfs auf Kosten der Reinlichkeit und womöglich auch der Gesundheit der Bewohner.

Am besten bewährt hat sich die Berechnung des Wasserverbrauchs nach der Anzahl oder dem Flächeninhalte der Wohnräume, dem Mietertrage oder dem Bauwerte des Gebäudes.

Ausser dem wirklichen Wasserverbrauch müssen auch die beim Betriebe der Wasserleitung entstehenden voraussichtlichen Wasserverluste ermittelt und prozentual auf die Wasserabgabemenge verteilt werden. Diese Verluste können ziemlich bedeutende sein, doch genügt es im allgemeinen, wenn man etwa 5 bis

15 % der gesamten Wasserabgabe rechnet. Zu den Wasserverlusten zu rechnen sind auch diejenigen Wassermengen, welche zur Spülung des Leitungsnetzes erforderlich sind und wofür man für den Tag und Kopf der Bevölkerung ein Liter rechnen kann.

Als Gesamtwassermenge kann man unter Berücksichtigung der vorstehenden Angaben für deutsche Verhältnisse für den Kopf der Bevölkerung und den Tag rechnen:

Für häusliche Zwecke	55— 71 l
„ gewerbliche Zwecke	25— 40 l
„ öffentliche Zwecke und Verluste	15— 24 l
zusammen	95—135 l

Für kleinere Städte kann man geringere Wassermengen annehmen, nämlich

Für häusliche Zwecke	35 l
„ gewerbliche Zwecke	15 l
„ öffentliche Zwecke und Verluste	5 l
zusammen	55 l

Im allgemeinen wird man stets auskommen, vorausgesetzt, dass nicht nur für gewerbliche, sondern auch für häusliche Zwecke die Wasserabgabe durch Wassermesser kontrolliert wird, wenn man einen täglichen Verbrauch von

100 Liter

für den Kopf annimmt.

Verzichtet man für häusliche Zwecke auf die Wassermesserkontrolle, so verfährt man sicherer, wenn man den täglichen Verbrauch um 20 l, d. h. auf 120 l erhöht.

Wie aus nachstehender Tabelle hervorgeht, sind es nur einige deutsche Städte, deren Wasserverbrauch das Mafs von 100 l überschreitet:

Berlin	80 l	Duisburg	175 l
Braunschweig . .	70 l	Elberfeld	100 l
Breslau	80 l	Halle a. S.	90 l
Cöln	130 l	Lübeck	200 l
Dortmund	300 l	Nürnberg	70 l
Dresden	80 l	Stuttgart	100 l
Düsseldorf . . .	100 l	Wiesbaden . . .	80 l

Die Anlage einer zentralen Wasserversorgung ist ein sehr kostspieliges Unternehmen für eine Gemeinde und soll daher bei Bestimmung der Abmessungen der einzelnen Teile der Anlage nicht nur auf die augenblicklichen Bedürfnisse, sondern auch auf den Bevölkerungszuwachs innerhalb eines bestimmten Zeitraumes Rücksicht genommen werden.

Der Zuwachs der Bevölkerung in einer bestimmten Reihe von Jahren berechnet sich nach der auf Seite 3 aufgeführten Formel 1. zu:

$$E_1 = E\left(1 + \frac{p}{100}\right)^x$$

und hieraus findet sich wieder der jährliche Zuwachs p nach der Formel

3. $$\log\left(1 + \frac{p}{100}\right) = \frac{\log E_1 - \log E}{x}$$

und die Anzahl der Jahre

4. $$x = \frac{\log E_1 - \log E}{\log (1 + 0{,}01 \cdot p)}.$$

Bei der Berücksichtigung des Bevölkerungzuwachses bei Anlage eines Wasserwerks muss man, wie König in seinem Buche „Anlage und Ausführung von Wasserleitungen und Wasserwerken usw." (Leipzig, O. Wigand, 1901) ausführt, „unterscheiden zwischen solchen Teilen der Anlage, die eine Erhöhung ihrer Leistungsfähigkeit jeder Zeit nach Bedürfnis ermöglichen ohne wesentliche Kostenvermehrung gegenüber einer gleich anfänglich angenommenen erhöhten Leistung, und solchen Anlageteilen, die später nur mit Aufwand grosser Kosten erhöhte Leistungsfähigkeit erhalten können. Pumpwerke z. B. lassen sich bei grösseren Anlagen durch Hinzufügung neuer Pumpen ohne Schwierigkeit und ohne grosse Kostenvermehrung in ihrer Leistung verstärken, wenn nur genügend Raum für sie vorgesehen war; eine lange Zuleitung verursacht schon erhebliche Kosten, wenn die anfänglich gelegte Leitung wegen zu geringer Lichtweite die erforderliche Wassermenge mit dem vorhandenen Gefälle nicht mehr zu liefern vermag. Beabsichtigt man, eine Anlage mit genügender Leistung für einen bestimmten Zuwachs von vornherein herzustellen, so ist es zweckmäfsig, diese erhöhte Zukunftsleistung nicht so weit auszudehnen, dass mit den Jahren durch die Zinsen für das vorläufig nicht nutzbar angewendete Baukapital die durch eine spätere Verstärkung der Leistung erwachsenden Mehrkosten nicht überstiegen werden. Dieser Fall tritt sehr leicht ein für Orte mit rasch zunehmender Bevölkerung; für grosse Städte, wo der Bevölkerungszuwachs besonders durch Angliederung neuer Strassen und Stadtteile sich ergibt, ist es vorteilhaft, die Anlage in Versorgungsgruppen zu zerlegen, wovon jede Gruppe für sich je nach dem wachsenden Bedürfnisse zum Ausbaue kommt und auch mit den schon ausgebauten in Verbindung gebracht wird zu etwaiger gegenseitiger Unterstützung. Das Gruppensystem gestattet eine anfängliche Anlage, die nicht zu sehr mit schwerem Kostenaufwand für künftige Möglichkeiten belastet ist."

Ausführliche Angaben über die Bevölkerungszunahme finden sich im ersten Abschnitt, die Bebauungspläne, unter a) Allgemeines mitgeteilt.

Die Verteilung des Wasserverbrauchs über die einzelnen Monate eines Jahres ist sehr verschieden, sie wird in den warmen Monaten naturgemäfs den durchschnittlichen Verbrauch übersteigen, in den kalten ihn nicht erreichen.

Bezeichnet man, nach Lueger, den mittleren Verbrauch, also $^1/_{12}$ des Jahresverbrauchs, mit M, so ist der Verbrauch im

Januar	= 0,70 M	Juli	= 1,30 M
Februar	= 0,70 „	August	= 1,30 „
März	= 0,80 „	September	= 1,25 „
April	= 0,90 „	Oktober	= 1,15 „
Mai	= 1,10 „	November	= 0,85 „
Juni	= 1,25 „	Dezember	= 0,70 „

Ebenso wie der Monatsverbrauch ist auch der Tagesverbrauch verschieden. Derselbe wird an den Sonnabenden beispielsweise am grössten, an den Sonn- und Feiertagen am kleinsten sein.

Ebenso verschieden wird an ein und demselben Tage der Stundenverbrauch sein. Der grösste Verbrauch wird hier in der Regel in die Vormittagsstunden und der kleinste in die Nachtstunden fallen.

Mafsgebend für die Berechnung der Leistung eines Wasserwerkes wird nun derjenige Tag sein, an welchem der grösste Tagesverbrauch eintritt und in diesem wieder der grösste Stundenverbrauch, aus welchem man die allen Berechnungen zugrunde zu legenden Sekundenliter, d. h. den Wasserverbrauch in einer Sekunde, ermittelt.

Wie aus vorstehender Tabelle über den mittleren Wasserverbrauch in den einzelnen Monaten hervorgeht, wird auch der grösste Tagesverbrauch in den Sommermonaten stattfinden, dieser wird gleich dem

$1\frac{1}{2}$fachen des mittleren Tagesverbrauchs

angenommen. Ebenso kann der grösste Stundenverbrauch zu

$\frac{1}{10}$ des mittleren Tagesverbrauches

angenommen werden.

Man kann auch den grössten Stundenverbrauch (St.) aus dem mittleren Tagesverbrauch (Ta.) nach der Formel

5. $$\text{St.} = \frac{2{,}25 \cdot \text{Ta.}}{24}$$

berechnen und durch Division dieses Quotienten mit 3600 die der Berechnung zu Grunde zu legenden Sekundenliter.

Beispiel: Der mittlere Tagesverbrauch betrage 100 Liter für den Kopf der Bevölkerung, eine, wie wir wissen, häufige und oft zutreffende Annahme; dann ist der grösste Tagesverbrauch

$$1{,}5 \cdot 100 = 150 \text{ Liter.}$$

Der grösste Stundenverbrauch beträgt nach Formel 5

$$\frac{2{,}25 \cdot 100}{24} = \frac{225}{24} = \text{rd. } 9{,}38 \text{ l.}$$

Hieraus ermittelt sich dann weiter die grösste sekundliche Leistung zu

$$\frac{9{,}38}{3600} = 0{,}0026 \text{ Sekundenliter.}$$

Die in Formel 5 aufgeführte Zahl 2,25 ist dadurch entstanden, dass man sagt: Der grösste Tagesbedarf beträgt das 1,5fache des mittleren und ebenso der grösste Stundenbedarf das 1,5fache des grössten Tagesbedarfes, also ist der grösste Stundenbedarf $\frac{1{,}5 \cdot 1{,}5}{24} = \frac{2{,}25}{24}$.

Wie aus den bisherigen Ausführungen hervorgeht, ist die Inanspruchnahme eines Wasserwerkes nicht zu allen Zeiten eine gleichmäfsige. Es würde nun sehr umständlich sein, würde man z. B. den Pumpenbetrieb der wechselnden Beanspruchung anpassen, und man pflegt daher einen oder mehrere Ausgleichbehälter anzuordnen, in welchen die für den grössten Verbrauch, und wenn die Pumpmaschinen nur am Tage arbeiten, auch die zur Nachtzeit erforderliche Wassermenge hineingepumpt wird. Die Füllung der Ausgleichbehälter geschieht zu einer Zeit, wo die Maschinen nicht die durchschnittliche Wassermenge in das Versorgungsgebiet zu schaffen haben.

Das Nähere hierüber wird ausführlich bei den Sammelbehältern besprochen werden.

2. Die Beschaffenheit des Wassers.

Im allgemeinen wird das zu hauswirtschaftlichen, gewerblichen und öffentlichen Zwecken zu benutzende Wasser aus einer Leitung entnommen werden und es richten sich dann die Ansprüche, welche man an die Temperatur, sowie die Reinheit in physikalischer, chemischer und bakteriologischer Beziehung an das Wasser zu richten hat, nach den an gutes Trinkwasser zu stellenden Anforderungen, d. h. das Wasser muss in jeder Beziehung den höchsten Ansprüchen genügen.

Trennt man aus örtlichen Gründen das zu Hauswirtschaftszwecken zu verwendende Wasser von dem zu gewerblichen und öffentlichen Zwecken zu verwendenden, so kann man an das letztere zwar weniger hohe Anforderungen stellen, darf aber dann in Schulen, Kasernen usw. nur die Trinkwasserleitung — auch zu Brauchwasserzwecken — einführen, da die Anlage einer Trinkwasser- und einer Wirtschaftswasserleitung nicht zu empfehlen ist, weil nicht kontrolliert werden kann, ob das Wirtschaftswasser nicht auch als Trinkwasser benutzt wird.

Gutes Wasser soll klar, sowie farb-, geruch- und geschmacklos sein.

Nach „Blücher, Das Wasser, Leipzig 1900, Verlag von O. Wigand, prüft man in einfachster Weise, ob ein Wasser klar oder trübe ist, indem man das Wasser in einen Zylinder von 70 cm Länge und 2 bis 3 cm Weite, von farblosem Glase, einfüllt. Man sieht dann von oben durch die ganze Höhe der Wasserschicht hindurch auf ein untergelegtes Stück weissen Papiers. Hält man einen gleichen Glaszylinder daneben, der mit reinem destillierten Wasser gefüllt ist, so kann man selbst geringfügige Trübungen mit Sicherheit feststellen.

Um eine Färbung zu konstatieren, füllt man das zu untersuchende Wasser in einen farblosen Glaszylinder von 30 bis 40 cm Länge. Man sieht wieder durch die Flüssigkeitssäule nach einem untergehaltenen Stück weissen Papiers und benutzt zum Vergleiche einen ebensolchen daneben gehaltenen Zylinder mit reinem destillierten Wasser.

Gerüche sind am besten wahrzunehmen, wenn man das Wasser schwach erwärmt — mitunter ist es gut, auch ein wenig Kalilauge zuzusetzen —. Man kann dann fauligen Geruch, Modergeruch, solchen von Ammoniak, Leuchtgas, Schwefelwasserstoff, Teerwasser u. a. m. feststellen. Zur Prüfung füllt man einen Glaskolben von ½ l Inhalt etwa zur Hälfte mit dem zu untersuchenden Wasser, schüttelt unter Verschliessen des Kolbens heftig um und prüft dann — also zuerst ohne Erwärmen — den Geruch. Darauf erwärmt man die Probe auf 40 bis 50 ° C. und wiederholt die Geruchsprüfung.

Der Geschmack eines Wassers hängt hauptsächlich von der Temperatur und von dem Gehalte an Kohlendioxyd ab. Wasser, das arm an dem letzgenannten Gase ist, schmeckt stets fade; deshalb besitzen warme Wässer die gleiche Eigenschaft, da mit zunehmender Temperatur die Absorptionsfähigkeit des Wassers für Gase abnimmt. Ist das Wasser sehr kalt, so empfiehlt es sich, es auf 15 bis 20 ° C. zu erwärmen, bevor man den Geschmack prüft.

Wässer, die widerlich schmecken, sind ebenso wie solche, die unangenehm riechen, für den menschlichen Genuss ungeeignet.

Natürlich gibt es noch eine ganze Anzahl anderer Prüfungsmethoden, auch solche, nach denen man den Grad der Trübung usw. eines Wassers genau bestimmen kann. Doch genügen die vorerwähnten für die Zwecke des Technikers vollständig, da genaue Wasseruntersuchungen in jedem erforderlichen Falle vom mit derartigen Arbeiten genau vertrauten Spezialchemiker vorgenommen werden müssen.

Nach „Tiemann-Gärtner, Handbuch der Untersuchung und Beurteilung der Wässer, Braunschweig 1895, Vieweg & Sohn", darf reines natürliches Wasser an Verunreinigungen enthalten in 100000 Teilen:

1. nicht mehr als 50 Teile mineralische und organische, beim Verdampfen auf dem Wasserbade zurückbleibende Stoffe,
2. nicht mehr als 18 bis 20 Teile Erdalkalimetalloxyde (Calciumoxyd und Magnesiumoxyd),
3. nicht mehr als 2 bis 3 Teile Chlor, bezw. 3,3 bis 5 Teile Kochsalz,
4. nicht mehr als 8 bis 10 Teile Schwefelsäure (SO_3),
5. nicht mehr als 0,5 bis 1,5 Teile Salpetersäure (N_2O_5).

Ferner kommen:

6. Ammoniak und salpetrige Säure darin entweder garnicht oder in kaum nachweisbaren Spuren vor und
7. reduzieren die in 100000 Teilen reinem Wasser vorhandenen organischen Stoffe nicht mehr als 0,8 bis höchstens 1 Teil Kaliumpermanganat.

   Auch sollen die in 100000 Teilen reinem natürlichen Wasser enthaltenen organischen Stoffe bezw. stickstoffhaltigen organischen Körper gewöhnlich nicht mehr als 0,5 Teile organischen Kohlenstoff und 0,02 Teile Albuminoidammoniak besitzen.

Vorstehende Angaben sind jedoch nicht immer als die höchsten im Wasser zulässigen Grenzwerte, sondern nur als Vergleichszahlen anzusehen, es ist deshalb ein Wasser noch nicht zu Trinkzwecken stets deshalb untauglich, wenn der eine oder andere Stoff bisweilen um einige Prozent überschritten wird.

Wasser, welches grössere Mengen salpetriger Säure oder Ammoniak oder an stickstoffhaltigen, organischen Bestandteilen enthält, ist mit noch nicht vollständig oxydierten Faulstoffen in Berührung gekommen und daher für hauswirtschaftliche Zwecke unbrauchbar.

Man erkennt das Vorhandensein von Salpetersäure mit konzentrierter Schwefelsäure und Eisenvitriol an der braunen Färbung des Wassers; salpetrige Säure mit Jodkalium und Schwefelsäure an der blauen Färbung.

Enthält ein Wasser Ammoniak in grösseren Mengen, so bildet sich ein rötlicher Niederschlag, enthält es aber nur Spuren von Ammoniak, dann ist das Wasser rötlich gefärbt.

Freien Schwefelwasserstoff erkennt man ausser an dem fauligen Geruch an dem schwarzen Niederschlag, bezw. an der schwarzen Färbung des Wassers.

Den Gehalt des Wassers an organischer Substanz stellt man fest, indem man einige Liter Wasser verdampft; der dann verbleibende Rückstand zeigt beim Glühen eine Schwärzung.

Wir unterscheiden ferner „hartes" und „weiches" Wasser und verstehen unter „Härte" den Gehalt des Wassers an Kalk- (CaO) und Magnesia- (MgO) Salzen und bemessen die Härte nach „Härtegraden".

Ein deutscher Härtegrad — es gibt auch englische und französische — ist der Gehalt von 1 Teil Kalk bezw. von 0,7 Teilen Magnesia in 100000 Teilen Wasser. Einem deutschen Härtegrade entsprechen 1,25 englische und 1,79 französische Härtegrade.

Weiches Wasser, also solches, welches wenig Kalk bezw. Magnesia besitzt, schmeckt fade und ist daher als Trinkwasser nicht zu gebrauchen. Am bekömmlichsten ist Wasser mit 18 bis 20 Härtegraden, doch kann man, wenn anderes Wasser nicht zu haben ist, bis zu 10° heruntergehen. Durch Kochen verliert das Wasser etwa 1/2 bis 2/3 seiner Härte. Abgesehen von dem Gebrauch als Trinkwasser, ist zum Kochen, im Gewerbebetriebe und zu öffentlichen Zwecken, weiches Wasser besser. Es sei hier nur erwähnt, dass die sehr unangenehme Kesselsteinbildung in den Dampfkesseln durch die im Wasser enthaltenen Magnesiasalze hervorgerufen wird.

Die Härte des Wassers bestimmt man in einfacher Weise dadurch, dass Seifenlösung beim Schütteln erst nach längerer Zeit einen bleibenden Schaum bildet (wenn nämlich die Kalk- und Magnesia-Salze durch die in der Seife enthaltene Stearinsäure ausgefällt sind) oder durch Zusatz von opalsaurem Ammoniak ein weisser Niederschlag entsteht.

Im allgemeinen kann man, wenn man den Ursprung des Wassers kennt, ohne weiteres angeben, ob man weiches oder hartes Wasser wird liefern können. Kalk, Dolomit, Kreidemergel und Kalksand liefern hartes, Granit, Basalt, Tonschiefer, Quarzsand und meistens auch der Buntsandstein weiches Wasser.

Ein häufiger Begleiter des Grund- und Quellwassers ist das Eisen. Dasselbe stammt aus den im Erdreich vorhandenen Eisenverbindungen und wird namentlich von dem in grösserer Tiefe vorhandenen Grundwasser aufgenommen, weshalb man, wenigstens in Norddeutschland, allgemein sagen kann, dass Tiefenwasser eisenhaltiges Wasser ist.

Wenn eisenhaltiges Wasser auch nicht direkt gesundheitsschädlich ist, so kann es doch zu hauswirtschaftlichen und gewerblichen Zwecken unbrauchbar sein; z. B. ist es ungeeignet zum Waschen weisser Wäsche, zur Papierfabrikation, in Brauereien, Bleichereien usw. Ausserdem siedeln sich im eisenhaltigen Wasser mit Vorliebe Algen an und wuchern in einer für den Wasserwerksbetrieb überaus schädlichen Weise in demselben.

Das beste Mittel, das im Wasser im löslichen Zustande enthaltene Eisen zu entfernen, ist die Durchlüftung des Wassers, wodurch das Eisen in unlösliches umgewandelt wird, dessen Entfernung dann durch Filterung leicht geschehen kann. Solange der Eisengehalt nicht mehr als 0,03 Teile in 100000 Teilen Wasser beträgt, ist er unschädlich und braucht nicht entfernt zu werden.

Von grossem Einfluss für die Bekömmlichkeit des Trinkwassers ist ferner seine Temperatur, welche eine möglichst gleichmäfsige sein und etwa 8 bis 10° C. betragen soll.

Endlich soll Trinkwasser nicht frei von Sauerstoff und Kohlensäure sein, weil es sonst fade schmeckt.

Ausser der physikalischen und chemischen Untersuchung des zu Genusszwecken zu verwendenden Wassers ist auch seine bakteriologische Untersuchung, d. h. die Nachforschung nach schädlichen Lebewesen, wie Typhusvibrionen und Cholerabazillen von grosser Wichtigkeit. Diese Untersuchung muss

täglich auf dem Wasserwerk vorgenommen werden, um etwa in das Wasser hineingelangte Krankheitskeime sofort entdecken zu können, ehe sie in das Versorgungsgebiet gelangt sind und dort furchtbare Seuchen herbeiführen.

Da die grosse Mehrzahl der Bakterien kleiner als 0,001 mm ist, so ist es ausgeschlossen, mit unseren heutigen Mikroskopen die schädlichen und die im Wasser ebenfalls in ungeheuren Mengen vorhandenen unschädlichen Mikroorganismen zu unterscheiden. Man begnügt sich daher damit, die einzelnen Kolonien, welche sich auf den Nährböden — z. B. Gelatine — bilden, zu zählen und nimmt an, dass sich darunter auch schädliche befinden können. Nach Proskauer ist ein Wasser dann noch unbedenklich, wenn sich in einem Kubikzentimeter nicht mehr als 100 entwickelungsfähige Keime befinden. Diese Keimzahl vermehrt sich bei ruhigem Stehen des Wassers sehr rasch, weshalb sie wohl als Grenzzahl, welche nicht überschritten werden darf, angesehen werden muss.

Lässt man Wasser durch die später noch genauer zu beschreibenden Filter, welche man in diesem Fall zweckmäfsig aus einer mindestens 1,00 m hohen Sandschicht aufbaut, fliessen, so setzen sie in diesem ihre Keime ab und man hat — wenigstens in der Regel — ein völlig keimfreies Wasser.

3. Die erforderliche Druckhöhe.

Hierunter ist diejenige Höhe zu verstehen, in welcher das Wasser entnommen, bezw. bis zu welcher es gepumpt werden muss, damit es an den Verbrauchsstellen unter ausreichendem Druck ausfliesst.

Um in grossen Städten mit ihren vier- und fünfstöckigen Wohnhäusern auch in die obersten Geschosse der Hintergebäude das Wasser hinaufdrücken zu können, ist eine Druckhöhe von 30 bis 35 m erforderlich, welche in mittleren Städten mit ihren niedrigeren Häusern bis auf 20 bis 22 m heruntergehen kann. Für Feuerlöschzwecke genügen diese Druckhöhen jedoch nicht; allein man begnügt sich bei uns in Deutschland damit, da wir meistens Spritzen verwenden und ein dauernder höherer Druck, als er zur eigentlichen Wasserversorgung erforderlich ist, unverhältnismäfsig hohe Kosten verursachen würde.

4. Die eigentlichen Vorarbeiten.

Die bei der Anlage von Wasserwerken auszuführenden Bauwerke, sowie die Reihenfolge der Arbeiten ergeben sich aus der Erwägung, dass zunächst das Wasser in irgend einer Weise gewonnen, wenn erforderlich gereinigt und weiter gefördert werden muss, sodann ist es aufzuspeichern, nach dem zu versorgenden Gebiete zu leiten und endlich daselbst zu verteilen.

Was die Gewinnung des Wassers anbelangt, so kann man meist schon vorläufig an der Hand von Generalstabs- und geologischen Karten geeignetes Gebiet zur Versorgung der Stadt mit Grund- oder Quellwasser ausfindig machen. Hierauf folgen örtliche Besichtigungen sowie Feststellungen über die Mächtigkeit der Wasserschichten, was man oft schon an der Ergiebigkeit der im voraussichtlichen Wasserentnahmegebiet belegenen Brunnen, sowie in den Schwankungen des Wasserspiegels in denselben ersehen kann. Ferner lässt die Beobachtung der im Entnahmegebiet entspringenden oder dasselbe durchfliessenden Wasserläufe weitere Schlüsse über das Vorhandensein und die Stärke unterirdischer Wasserschichten zu.

Fallen diese oberflächlichen Beobachtungen günstig aus, so werden an geeigneten Stellen Bohrungen vorgenommen, aus welchen eine genaue Uebersicht über Wasserbeschaffenheit, Stromrichtung, Mächtigkeit und Gefälle der Grundwasserzüge erlangt wird.

Ferner wird ein Lage- und Höhenplan des Geländes und ein Schichtenplan des Grundwassers aufgenommen.

Soll Oberflächenwasser verwandt werden, so kann dies entweder aus einem geeignetes Wasser führenden öffentlichen Wasserlauf entnommen, oder es kann das Niederschlags- und sonstiges Oberflächenwasser in Staubecken gewonnen werden, worüber im folgenden Kapitel ausführlich gesprochen werden soll.

C. Die Anlage der Wasserwerke.

1. Die verschiedenen Arten der Wasserentnahme.

Die Wasserentnahme kann entweder aus oberirdischen, sichtbaren Gewässern oder aus unterirdischen Gewässern erfolgen. Im ersteren Falle haben wir eine Entnahme aus Quellen, Flüssen, Seen oder Niederschlagswasser, in letzterem aus Grundwasser.

a) Die Entnahme von Quellwasser.

Um die Ergiebigkeit der Quelle zu erhöhen, muss dieselbe erweitert und vertieft werden, d. h. dieselbe muss „gefasst" werden. Jedoch kann eine zu ausgedehnte Quellenfassung auch zur Herabminderung der Ergiebigkeit führen, namentlich in trockenen Zeiten und dann, wenn der die Quelle speisende Grundwasserträger von zu geringer Mächtigkeit ist.

Zum Zwecke der Fassung von aus den Spalten der Gebirgsschichten entspringenden Quellen werden diese und ihre Umgebung zunächst von allen erdigen und Verwitterungsstoffen gereinigt und das Gestein wird blossgelegt. Darauf erfolgt die eigentliche Quellfassung, welche in einfachster Weise dadurch geschehen kann, dass das Quellwasser in einem gemauerten Behälter aufgefangen wird. Aus diesem wird es dann durch eine Rohrleitung weiter geführt. Der Nachteil dieser offenen Behälter ist aber, dass das Wasser nicht vor Verunreinigungen und vor den nachteiligen Einwirkungen von Frost und Hitze geschützt werden kann.

Besser ist es daher, das Wasser der Quelle in einer vollständig abgeschlossenen Quellenstube oder Quellenkammer, auch Brunnenstube genannt, aufzufangen, welche mit einer Entlüftungsanlage und einem Zugange versehen sein muss. Das Ableitungsrohr, welches wenigstens 50 cm über dem Boden der Quellenstube angeordnet werden soll, erhält zweckmäfsig ein Sieb (Seiher), um den Eintritt von Sand und anderen Unreinlichkeiten in die Rohrleitung zu verhindern. Um in Fällen starken Wasserzulaufes aus der Quelle den Ueberschuss an Wasser beseitigen zu können, ist ein Ueberlaufrohr anzulegen, welches zweckmäfsig mit dem Entleerungsrohr in Verbindung steht. Letzteres ist gewöhnlich mit einer Schiebervorrichtung geschlossen und tritt nur in Tätigkeit, wenn eine Reinigung der Quellenstube erforderlich wird. Eine Messvorrichtung in oder in der Nähe der Quellenstube ermöglicht eine ständige Kontrolle über die Wasserlieferung der Quelle. Der Wassermesser kann auch als Ueberlauf angelegt werden, welchen das Wasser zu passieren hat, ehe es in

die Brunnenstube gelangt. (Siehe „Deutsch, Der Wasserbau", Verlag von Bernh. Friedr. Voigt, Leipzig.)

Die Brunnenstuben sind aus gesunden, wetterbeständigen, lagerhaften Bruchsteinen oder aus Klinkern in Zementmörtel zu mauern oder aus Zementbeton zu stampfen und im Innern bis zur Linie des höchsten Wasserstandes mit glattem Zementputz oder mit glasierten Ziegeln oder Fliesen zu bekleiden. Die Aussenfläche ist, um das Eindringen von Niederschlagswasser zu verhindern, mit Asphalt oder einer Lage fetten Tons zu überziehen. Die Eisenteile sind gegen Rostbildung durch geeigneten Anstrich zu schützen.

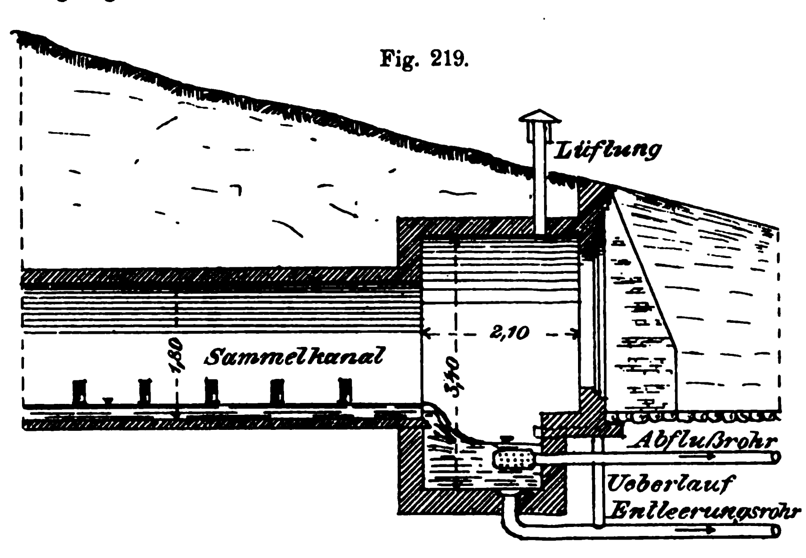


Fig. 219.

Der Zugang findet entweder durch eine eiserne Tür oder, wenn die Stube in den Boden hineingebaut ist, durch einen mit eisernem Deckel verschlossenen Einsteigeschacht statt. Dieser Einsteigeschacht soll aber nie über dem Wasserbehälter selbst angeordnet werden, damit nicht Unreinlichkeiten durch ihn in das Wasser gelangen können.

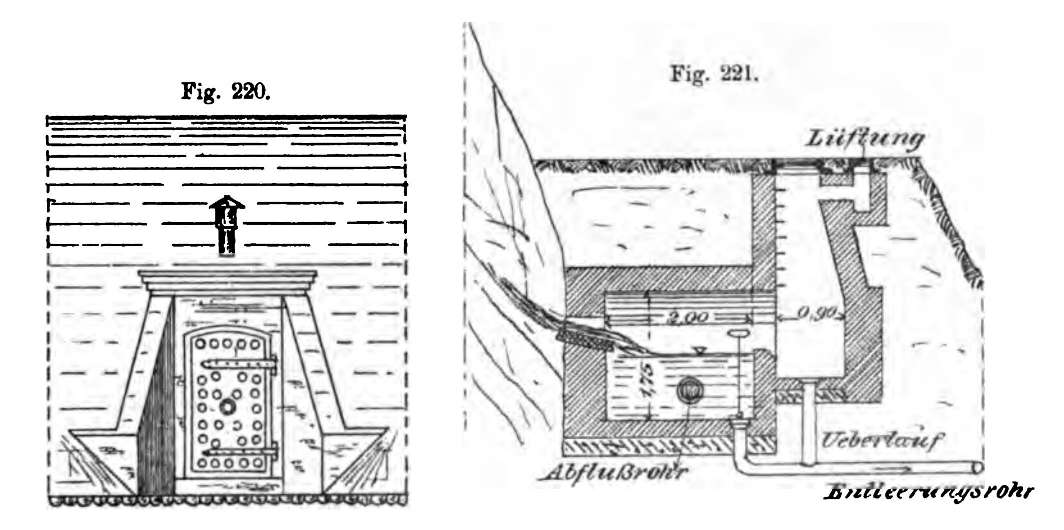


Fig. 220. Fig. 221.

Die **Entlüftung** wird am einfachsten durch ein Tonrohr bewirkt, welches an seinem oberen Ende durch einen Aufsatz gegen das Einfallen von Nieder-

schlagswasser und durch ein Gitter gegen das Einschlüpfen von Tieren geschützt werden muss.

Holz ist bei Erbauung von Brunnenstuben soweit zu vermeiden, als es mit dem Wasser in Berührung kommen könnte, da seine Oberfläche ein günstiger Nährboden für Kleinlebewesen und Algen ist.

Fig. 219 und 220 stellen eine Brunnenstube mit Eingangstür, Fig. 221 eine solche mit Einsteigeschacht dar.

Genügt für den Wasserbedarf einer Gemeinde die Erschliessung einer Quelle nicht, so müssen deren mehrere erschlossen, nach und nach miteinander vereinigt und schliesslich an einer Stelle zusammengeführt werden (Tafel 1)*).

Kann man mit einer Quellfassung nicht die ganze Wasserführung fassen, so schneidet man den durch die Nebenabflüsse entstehenden Wasserverlust dadurch ab, dass man senkrecht zum Gefälle des Gesteins einen Stollen (Fig. 219) hineintreibt und dadurch den Wasserabfluss in die der Hauptquelle benachbarten Nebenquellen abschneidet.

Bestehen die Wasserergüsse der Gesteinsschichten in einer Reihe kleiner Wasseradern, so ist im Verlauf dieser Reihe ein möglichst besteigbarer Sammelkanal anzulegen, in welchen die bis auf den Felsen aufgedeckten kleinen Quellen mittels geschlossener Rohrleitungen der Brunnenstube bezw. einem Hauptsammelkanale zugeführt werden.

Die Quellen der Niederungen steigen immer von unten nach oben und zählen zu den Sprudelquellen, d. h. sie treten oft nicht in ruhig dahinfliessendem

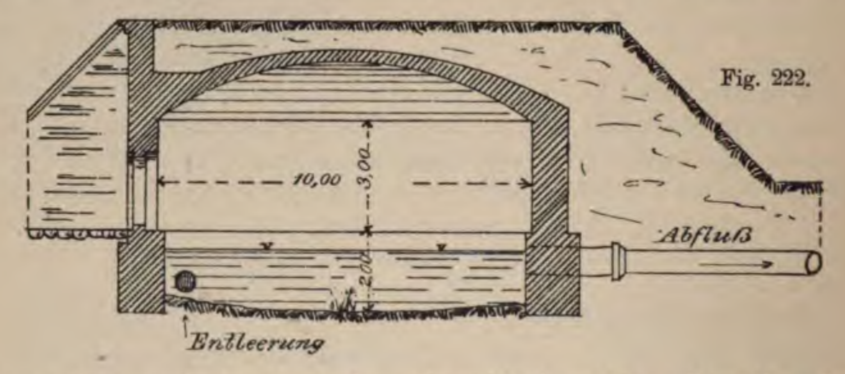


Fig. 222.

Strome, sondern springbrunnenartig aufsprudelnd zutage. Derartige Quellen werden gewöhnlich mit einer Brunnenstube überbaut, wie dies Fig. 222 angibt.

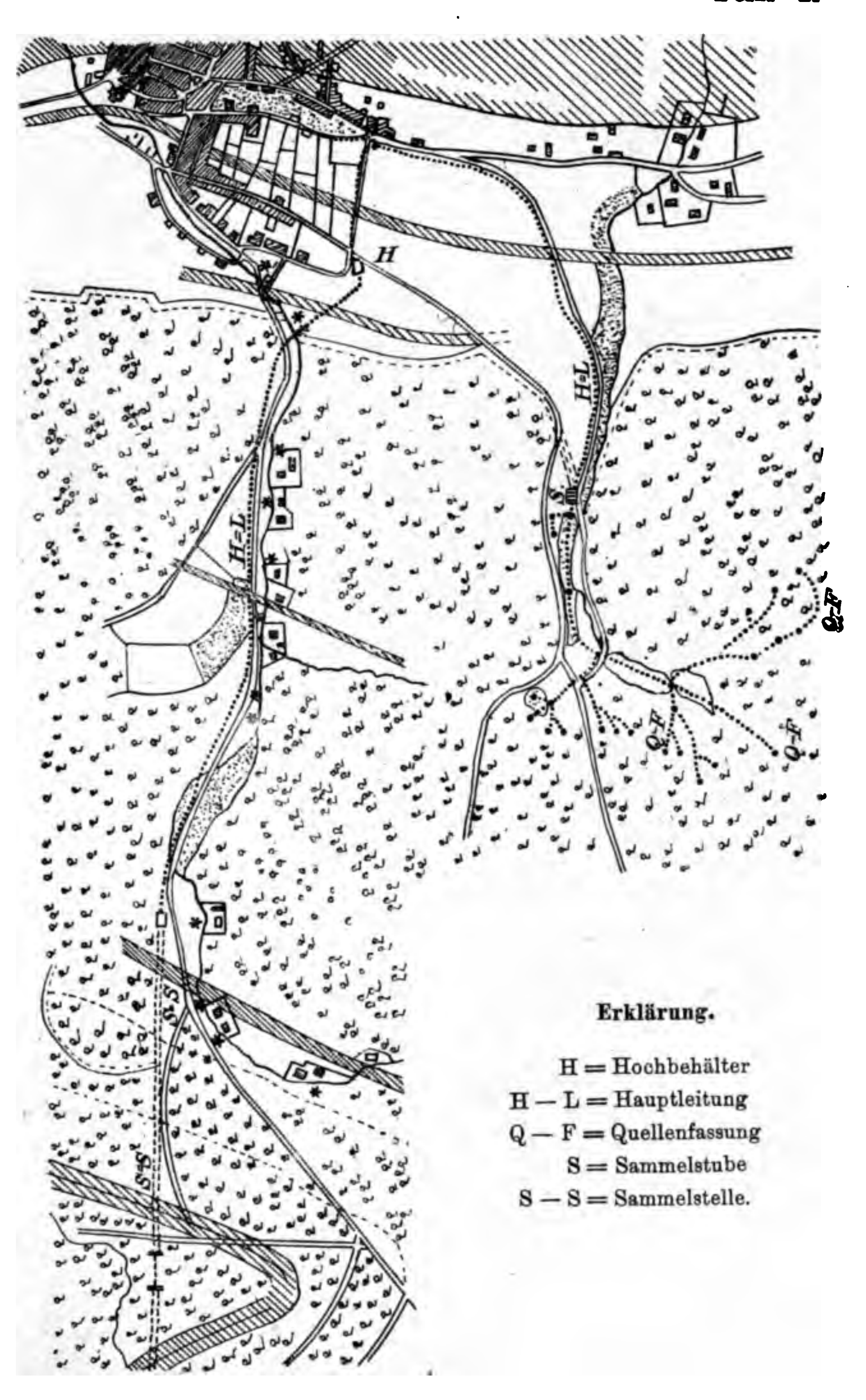
Häufig wird auf der Sohle der Brunnenstube ein Kiesfilter aufgeschüttet, um das Aufwirbeln von Sand zu verhüten.

Führt das Quellwasser viel Sand, so wird es zuerst in einen Sandfang oder Klärbehälter geführt, den es mit möglichst geringer Geschwindigkeit passiert, ehe es in den Reinbehälter der Brunnenstube gelangt. Fig. 223 zeigt eine derartige Anordnung im Grundriss. Der Sandfang muss genügend gross sein, um die Geschwindigkeit des durchfliessenden Wassers möglichst herabzusetzen. Ein- und Auslauf, welche entweder beide in der Wasserspiegellinie liegen, oder,

---

*) Nach „Oesten & Frühling, Die Wasserversorgung der Städte, Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig 1904".

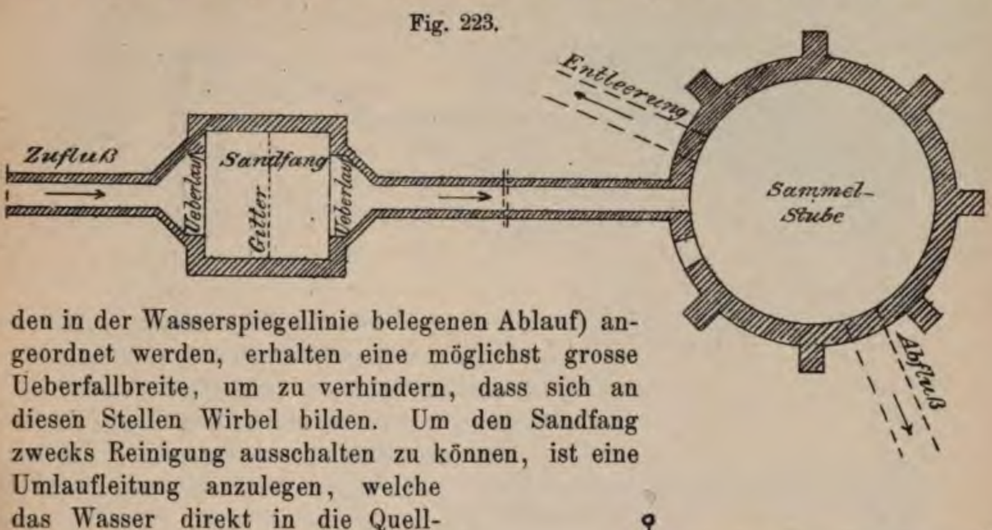
Taf. I.



Reich, Der städtische Tiefbau.

wie Fig. 224 zeigt (das Wasser wird durch einen besonderen Einlaufschacht bis an die Sohle des Sandfangs geleitet und steigt dann durch diesen nach

Fig. 223.



den in der Wasserspiegellinie belegenen Ablauf) angeordnet werden, erhalten eine möglichst grosse Ueberfallbreite, um zu verhindern, dass sich an diesen Stellen Wirbel bilden. Um den Sandfang zwecks Reinigung ausschalten zu können, ist eine Umlaufleitung anzulegen, welche das Wasser direkt in die Quellstube leitet.

Je geringer die Durchflussgeschwindigkeit ist, desto mehr Sand setzt sich im Klärbehälter ab; diese Geschwindigkeit soll deshalb nicht mehr als 1 bis 2 mm in der Sekunde betragen.

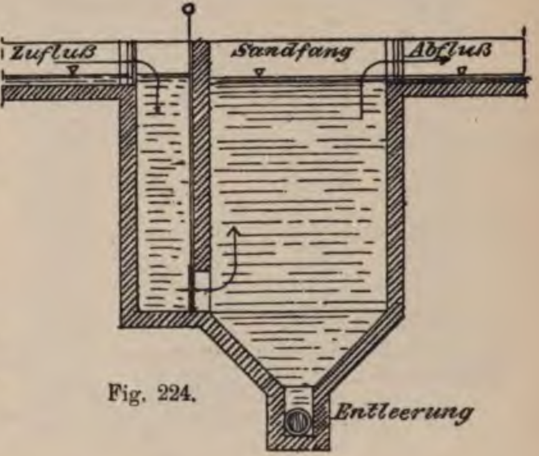


Fig. 224.

B e i s p i e l: Angenommen, ein Klärbehälter wird in einer Sekunde bei 1,25 m Wassertiefe von 10 l Wasser mit einer Geschwindigkeit von 1,5 mm durchflossen, so erhält man eine Durchflussbreite von

$$\frac{0{,}01 \text{ cbm}}{1{,}25 \cdot 0{,}0015} = 5{,}33 \text{ m.}$$

Der Durchflussquerschnitt beträgt mithin

$$1{,}25 \cdot 5{,}33 = 6{,}66 \text{ qm.}$$

Angenommen, die Länge des Sandfanges beträgt 10,0 m, so hält sich das Wasser in ihm 6667 Sekunden oder 1 Stunde 51 Minuten und 7 Sekunden auf.

b) Die Wasserentnahme aus Flüssen und Seen.

V o n a l l e n A r t e n d e r W a s s e r e n t n a h m e i s t d i e s d i e b e d e n k l i c h s t e, da das Wasser selten genügend rein ist und wechselnde Temperatur besitzt, so dass der einzige Vorteil, es immer in genügender Menge haben zu können, hinter diesen Nachteilen ganz zurücktritt. Es wird daher bei Neuanlagen von Wasserwerken möglichst auf diese fast immer sehr bequem zu habende Wasserquelle verzichtet.

Sehr wichtig für die Reinheit des Wassers ist die Wahl des Entnahmeortes; diese soll stets oberhalb stark bewohnter Orte, **nie** unterhalb derselben liegen.

Fig. 225.

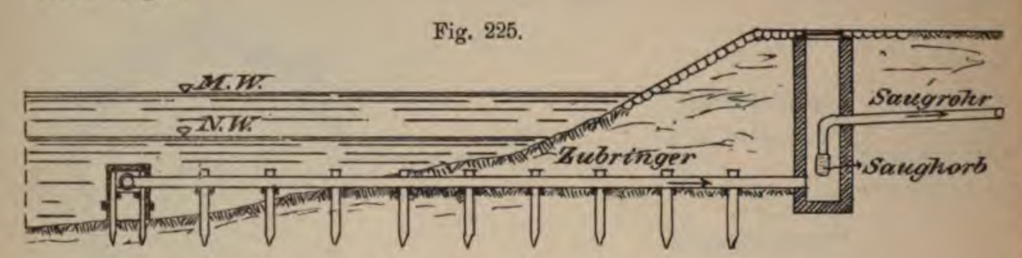


Fig. 226.



Ferner soll die Entnahmestelle nicht an der Oberfläche des Wasserlaufes, sondern möglichst tief — der gleichmäfsigen Temperatur und der Frostfreiheit wegen — nicht in Einbuchtungen, sondern in der Strommitte liegen, wobei jedoch die Einlauföffnung stromabwärts gerichtet sein muss, um das Hineinschwemmen von Schmutzstoffen tunlichst zu verhindern.

Fig. 225 und 226 zeigen eine nach vorgenannten Grundsätzen angeordnete Wasserentnahme und Fig. 227 und 228 eine solche, wie sie in der Elbe für die Wasserversorgung der Stadt Magdeburg angelegt ist.

Fig. 227.

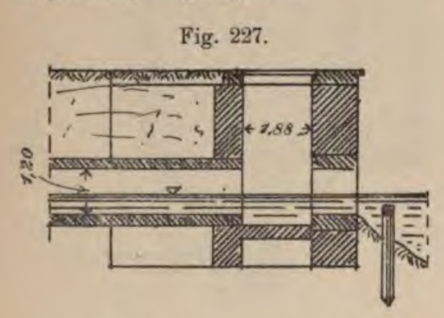
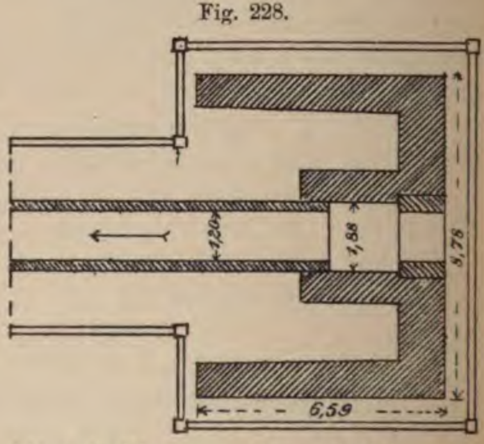


Fig. 228.



c) Die Wasserentnahme aus künstlichen Sammelbecken.

Das älteste Verfahren ist das Aufsammeln der atmosphärischen Niederschläge in Zisternen, Sammelteichen usw.

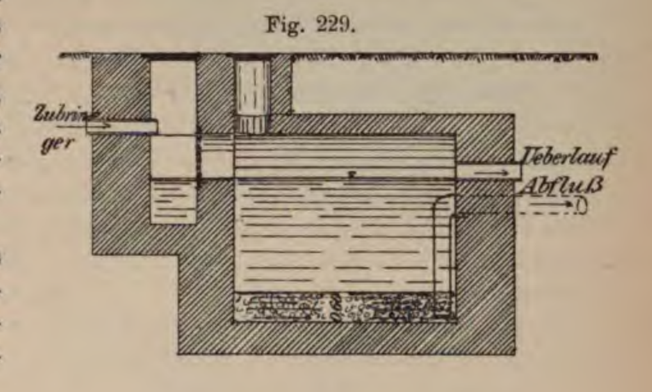
Jetzt wird man Zisternen nur da anwenden, wo infolge der grossen Durchlässigkeit des Bodens alles Niederschlagswasser sofort versinkt, andere Wasserquellen aber nicht vorhanden sind.

Die Zisternen sind stets durch ein Gewölbe zu überdecken. Die früher manchmal gebräuchliche Art, die Sohle und Wände auszumauern oder abzuböschen und mit wasserundurchlässigem Material (fetter Ton) zu bekleiden, empfiehlt sich nicht. Neuerdings werden die Zisternen in allen ihren Teilen in Zementbeton hergestellt.

Fig. 229 und 230 stellen im Grundriss und Schnitt eine gemauerte, *überwölbte Zisterne dar.* Das Wasser tritt zunächst in eine Galerie und darauf in

eine mit Schlammfang versehene Kammer ein, hier die gröberen Sinkstoffe absetzend, und fliesst dann durch eine mit Gitter versehene Oeffnung in das eigentliche Sammelbecken. Die Unterkante des Ablaufrohres soll wenigstens 50 cm über dem Zisternenboden liegen, um das Mitfortschwemmen etwa auf dem Boden sich ablagernden Sandes und Schlammes zu verhindern.

Fig. 229.



Von Zeit zu Zeit muss dieser Schlamm beseitigt werden, was durch die im Gewölbe angeordnete Einsteigeöffnung geschieht.

An Stelle der eckigen Grundform wählt man auch die kreisrunde, ähnlich wie die in Fig. 223 abgebildete Sammelstube, und zwar namentlich dann, wenn als Baumaterial Zementbeton dient. Bei Mauerwerk würde sich die Ausführung durch die Anwendung keilförmiger Steine wesentlich verteuern.

Die Tiefe der Zisterne nimmt man zweckmäſsig bis zu 3 bis 4 m an und ihre Grösse berechnet sich danach, dass sie für eine längere Trockenperiode den erforderlichen Wasservorrat aufnehmen kann.

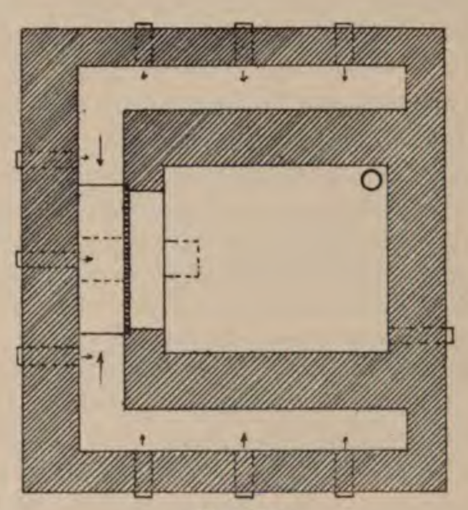


Fig. 230.

In Norddeutschland hat man mit einer jährlichen Trockenperiode von 2 Monaten oder allgemein mit von den örtlichen Verhältnissen abhängenden x Tagen zu rechnen; es bemisst sich danach der Fassungsraum einer Zisterne bei einem täglichen Wasserverbrauch von Q cbm zu:

6. $$J = 1{,}25\,(365 - x) \cdot Q.$$

Bezeichnet h die jährliche Regenhöhe eines Ortes, welche für Deutschland durchschnittlich 660 mm beträgt, so ermittelt sich die Niederschlagsfläche, welche erforderlich ist, um einer Zisterne von dem Inhalte J das nötige Wasser zuzuführen, zu:

7. $$F = 2 \cdot 365 \cdot \frac{Q}{h}.$$

Am zweckmäſsigsten und für die Erhaltung einer möglichst gleichmäſsigen Temperatur des Zisternenwassers am besten ist es, wenn die Zisterne ganz in

den Boden eingebaut wird. Ist dies nicht möglich, so muss wenigstens der aus der Erde herausragende Teil durch eine Erdanschüttung gegen die nachteiligen Einflüsse der Aussentemperatur geschützt werden.

Manchmal wird auch der Zisternenboden mit einem 0,60 bis 1,0 m hohen aus gewaschenem Schotter, Kies und Sand — und zwar von oben nach der Sohle: Sand, Kies, Schotter — bestehenden Filter bedeckt, um darauf vollständig gereinigt direkt dem Versorgungsnetz zugeführt zu werden.

Die ordnungsmäfsige Wasserversorgung vieler Städte in Deutschland ist erst möglich geworden, seit der verstorbene Geheime Baurat Intze, Professor an der technischen Hochschule in Aachen, den Talsperrenbau auf wissenschaftliche Grundlage gestellt und diese an einer ganzen Anzahl Ausführungen erprobt hat. Allerdings wurde bereits früher das Oberflächenwasser in künstlich angelegten Sammelteichen, den Stauweihern, aufgespeichert und es ist diese Methode auch heute noch in ebenem Gelände ausschliesslich anzuwenden; aber man betrachtet dies doch nur als Notbehelf, während man jetzt vielfach den Talsperrenbau zu Wasserversorgungszwecken, zum Teil wegen seiner auf wasserwirtschaftlichem, daher hier nicht zu erörterndem Gebiete liegenden Vorteile geradezu bevorzugt.

Intze und Fränkel schlugen auf der Generalversammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege in Trier im Jahre 1900 folgende, bei der Verwendung von Talsperrenwasser zu berücksichtigende Leitsätze vor:

1. Das Talsperrenwasser ist seiner Herkunft und Beschaffenheit nach im wesentlichen als Oberflächenwasser anzusehen und deshalb, wie dieses, vor dem Gebrauch zu Zwecken der menschlichen Versorgung von etwa vorhandenen gesundheitsschädlichen Stoffen, namentlich von lebenden Krankheitserregern, zu befreien, falls nicht etwa besondere örtliche Verhältnisse einen an sich ausreichenden Schutz gegen die Infektionsgefahr gewähren. Immerhin erscheint es gegen letztere besser gesichert, als das Oberflächenwasser unserer grösseren Ströme, Flüsse und Seen, und unterscheidet sich von diesem zu seinem Vorteil ausserdem auch durch die gleichmäfsigeren, vom Wechsel der Jahreszeiten unabhängigeren Temperatur.

2. Die Niederschlagsgebiete, in denen man Talsperren zu Wasserversorgungszwecken anlegt, müssen möglichst wenig menschliche Wohnstätten, jedenfalls keine grösseren Ortschaften enthalten. In der Umgebung des Sammelbeckens müssen die Talhänge eine gute Bewaldung und die Talsohle Wiesenflächen besitzen. Je stärker das ganze Gebiet bewaldet ist oder bewaldet wird, um so besser eignet es sich für die Wassergewinnung.

3. Der Betrieb von Fabriken, durch den das dem Sammelbecken zulaufende Tagewasser verunreinigt werden könnte, ist in dem Niederschlagsgebiete des Talbeckens nur dann zulässig, wenn durch besondere Kanäle eine Entwässerung der Fabriken nach einem anderen Niederschlagsgebiete vorgenommen ist. Ebenso dürfen Gräben und Sammelkanäle für Schmutzwässer aus Ortschaften oder Gehöften nicht im Niederschlagsgebiete der Talsperre münden.

4. Soweit die bisherige Gesetzgebung die Reinhaltung des Wassers in künstlichen, zu Wasserversorgungszwecken angelegten Sammelbecken nicht bereits durch das Recht der Enteignung von Grundstücken oder durch die Versagung der Genehmigung schädigender gewerblicher Betriebe hinreichend sicherstellt, ist dahin zu streben, die Gesetzgebung in diesem Sinne zu erweitern.

5. Zur Verbesserung des dem Sammelbecken zuströmenden Tagewassers sind, wenn möglich, in den oberhalb desselben gelegenen Wiesen, Riesel- und Drainageanlagen zu schaffen.

6. Die Reinhaltung des im Sammelbecken aufzuspeichernden Versorgungswassers ist jedenfalls dadurch zu fördern, dass die ganze zu überstauende Fläche von allen Bäumen, Sträuchern und deren Wurzeln, sowie von der Grasnarbe und, soweit erforderlich, auch von Humusschichten gesäubert wird.

7. Die technischen Mittel, welche bei einer erforderlichen Reinigung des dem Talbecken entnommenen Wassers anzuwenden sind, können, sobald sich Gelegenheit bietet, in einer Berieselungsanlage, hinreichend grosser, von verunreinigenden Zuflüssen frei zu haltender Wiesenflächen mit Drainage und Grundwassergewinnung oder in einer künstlichen Filteranlage (Sandfilter) bestehen.

Im übrigen muss über Talsperrenbau auf die ausführlichen Angaben von „Deutsch, Der Wasserbau, I. Teil, Seite 138 u. ff.“, Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig, verwiesen werden. In Ergänzung der dort gemachten Konstruktionsangaben sei noch bemerkt, dass die Höhe der Erddämme bei zu Wasserversorgungszwecken erbauten Talsperren nicht mehr als 30 m betragen soll und dass man zu ihrem Aufbau eine Erde verwendet, welche am besten aus $^3/_5$ Sand und $^2/_5$ Ton besteht.

Die Böschungsneigung auf der Wasserseite betrage 1 : 2,5 bis 1 : 3, auf der Trockenseite 1 : 2 bis 1 : 2,5.

Der Kern des Dammes bestehe aus einer in der Höhe des Wasserspiegels etwa 3,0 m starken, nach unten zunehmenden Tonschicht. Die wasserseitige Böschung wird am besten abgepflastert, während die Trockenseite mit Rasen bekleidet werden kann. Eine Bepflanzung mit Buschwerk oder mit Bäumen ist nicht statthaft.

Die zur Dammschüttung verwandte Erde ist trocken in einzelnen Schichten einzubringen und jede Schicht unter Anfeuchtung festzustampfen.

Bei einer Dammhöhe h von mehr als 3,0 m, berechnet sich die Kronenbreite b nach der Formel:

8. $$b = 3{,}00 + 0{,}3\,(h - 3).$$

Die Mauerstärken bei den eigentlichen Sperrmauern sind derartig zu wählen, dass die Pressungen des Mauerwerks das zulässige geringste Maſs nicht überschreiten, um selbst bei vorübergehender ungünstiger Beanspruchung genügende Sicherheit zu bieten.

Die Breite der Mauerkrone beträgt gewöhnlich 3,50 bis 5,00 m, falls nicht besondere örtliche Verhältnisse, wenn z. B. die Krone gleichzeitig als Fahrweg dienen soll, grössere Breiten bedingen.

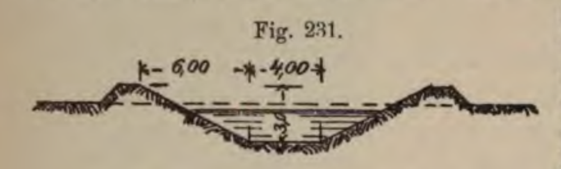
Die Krone soll 3,50 bis 4,00 m über dem höchsten Wasserstande des Sammelteiches liegen.

Das Wasser, welches in dem hinter der Sperrmauer anzulegenden Sammelteiche angesammelt wird, kann nicht vollständig für Versorgungszwecke nutzbar gemacht werden, da durch Verdunstungen und Versickerungen sich wesentliche Wasserverluste ergeben.

d) Die Entnahme von Grundwasser*).

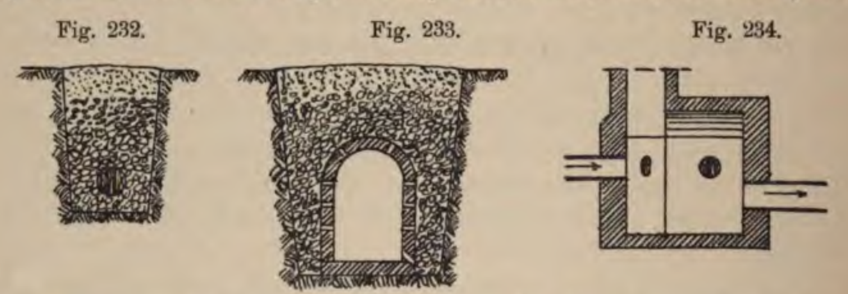
Hochstehendes Grundwasser wird in einfacher Weise dadurch gewonnen, dass man entsprechend breite und tiefe Gräben (Fig. 231) aushebt und in diese das Grundwasser eindringen lässt. Jedoch empfiehlt sich diese Art der Wassergewinnung nicht, da die hierbei auftretenden Uebelstände (Verschmutzung des Wassers, Einwirkung der Temperatur usw.) in vermehrtem Maſse denen der Entnahme aus öffentlichen Wasserläufen entsprechen.

Fig. 231.



Vielfach angewandt werden Sickerkanäle und Drainageleitungen, welche ebenso ausgeführt werden wie die Drainleitungen bei den Entwässerungen von Ländereien. Damit mit dem Wasser nicht gleichzeitig feiner Sand eindringt, werden die Rohre mit einem Filtermantel von grobem Kies und Schotten umgeben (Fig. 232). Und zwar findet diese Umhüllung nicht nur bei den Drainleitungen, sondern auch bei den Sickerkanälen statt (Fig. 233). An Stellen, wo mehrere Sickerkanäle oder Drainleitungen zusammenstossen, oder wenn die Wasserführung der einzelnen Rohre zu gross wird, werden Sammelschächte, nach Art

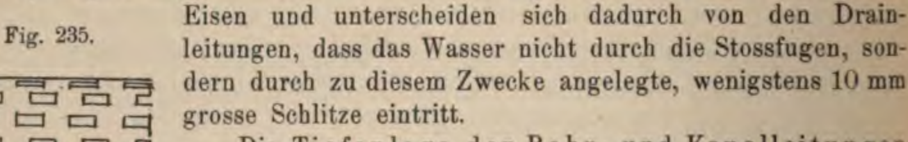
Fig. 232. Fig. 233. Fig. 234.



der Figur 234 angeordnet. Dieselben sind zwecks Beseitigung des sich auf der Sohle ansammelnden Schlammes mit einem Einsteigeschacht und Entlüftungsvorrichtung zu versehen. Letztere liegt, wie in Fig. 221 angegeben, zweckmäſsig neben und nicht über dem Einsteigeschacht, wie dies z. B. bei den Einsteigeschächten städtischer Entwässerungsanlagen vorkommt, damit nicht etwa Sand und Schmutzstoffe in das Wasser gelangen können.

An Stelle der Sickerkanäle und Drainleitungen werden auch Sammelrohre (Fig. 235) angeordnet. Dieselben bestehen aus gebranntem Ton, Zement oder Eisen und unterscheiden sich dadurch von den Drainleitungen, dass das Wasser nicht durch die Stossfugen, sondern durch zu diesem Zwecke angelegte, wenigstens 10 mm grosse Schlitze eintritt.

Fig. 235.



Die Tiefenlage der Rohr- und Kanalleitungen beträgt etwa 4 bis 5 m und die Umhüllung der Leitung sowie die Verfüllung des Rohrgrabens bis zum Grundwasserspiegel geschieht zunächst mit nach aussen bezw. nach oben immer feiner werdendem gesiebten Kies und dann

*) Ueber die Bildung des Grundwassers, Grundwasserströme, Höhenlage des Grundwassers usw. wird auf „Deutsch, Der Wasserbau, I. Teil", Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig, verwiesen. Ebenda befinden sich auch Angaben über Verdunstung und Versickerung.

erst erfolgt die weitere Zuschüttung des Grabens mit dem beim Aushub gewonnenen Boden.

Flacher liegende Leitungen werden in Höhe des Grundwasserspiegels zunächst mit einer etwa 50 cm starken Lehmschicht bedeckt und dann erst mit Erde verfüllt.

Sämtliche Leitungen münden in Brunnenstuben, in welchen das Wasser den etwa mitgeführten Sand absetzt, bevor es weiter geführt wird.

Befinden sich die Wasser führenden Schichten tief im Innern des Gebirges, so werden tunnelartig hergestellte Stollen, welche ähnlich wie die Sickerkanäle funktionieren, angelegt (Fig. 236).

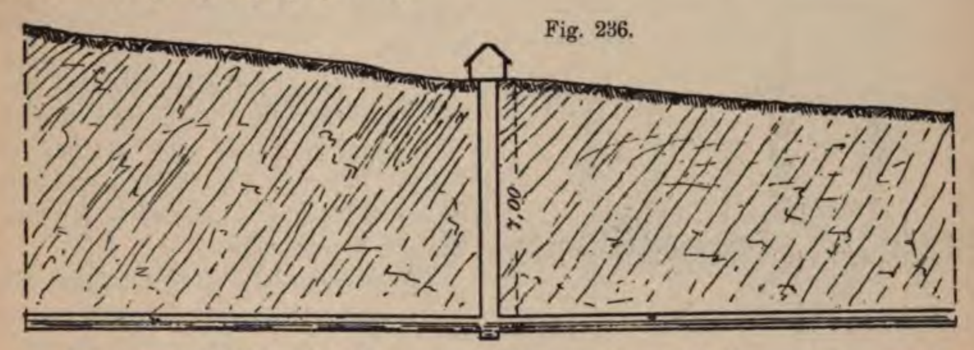


Fig. 236.

Man kann die Sickerkanäle auch als Sammelkanäle bezeichnen, wenn sie das Wasser in grösseren Mengen durch seitlich angebrachte Schlitze unmittelbar oder vermittels kurzer Drainleitungen aufnehmen.

Ueber die Entnahme des Wassers aus Brunnen und die Konstruktion derselben muss auf „Opderbecke, Die allgemeine Baukunde", verwiesen werden; hier kann nur auf die Besonderheiten der beim Wasserwerksbau verwendeten Brunnen eingegangen werden.

Die Entnahme aus dem Wasserwerksbrunnen erfolgt stets durch mechanisch betriebene Pumpwerke.

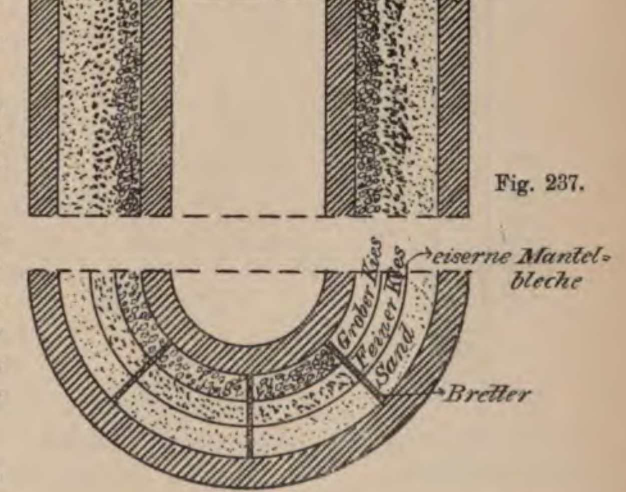


Fig. 237.

Das Material der Brunnenwandungen ist entweder Eisen, Ziegel oder Zementbeton. Die Wandstärke gemauerter Brunnen berechnet sich näherungsweise nach der Formel:

9. $W = 0{,}10 \cdot d + 0{,}10$ in m,

worin d die lichte Weite des Brunnens bedeutet, und der errechnete Wert nach oben auf halbe Steinstärken abgerundet wird. Geringere Wandstärken können bei solchen Brunnen genommen werden, deren Wände aus Stampfbeton, und noch geringere, wenn sie aus einzelnen Zementringen hergestellt werden.

Der Eintritt des Wassers geschieht entweder durch die offenen Stossfugen oder durch Lochsteine bei gemauerten Brunnen, durch im Beton oder in den einzelnen Ringen angebrachte Löcher bei den Zementbrunnen.

Umkleidet man die Wandungen mit Kies und Steinen, so entsteht der „Filterbrunnen" (Fig. 237). Beide Mäntel sind wasserdurchlässig. Der äussere Mantel kann auch durch eine Umhüllung von Eisenblech ersetzt werden, welche nach Absenkung des Brunnens wieder herausgezogen werden kann. Das Schütten des Filtermaterials geschieht zwischen Mantelblechen, welche nach Fertigstellung der Schüttung herausgezogen werden.

Fig. 238.

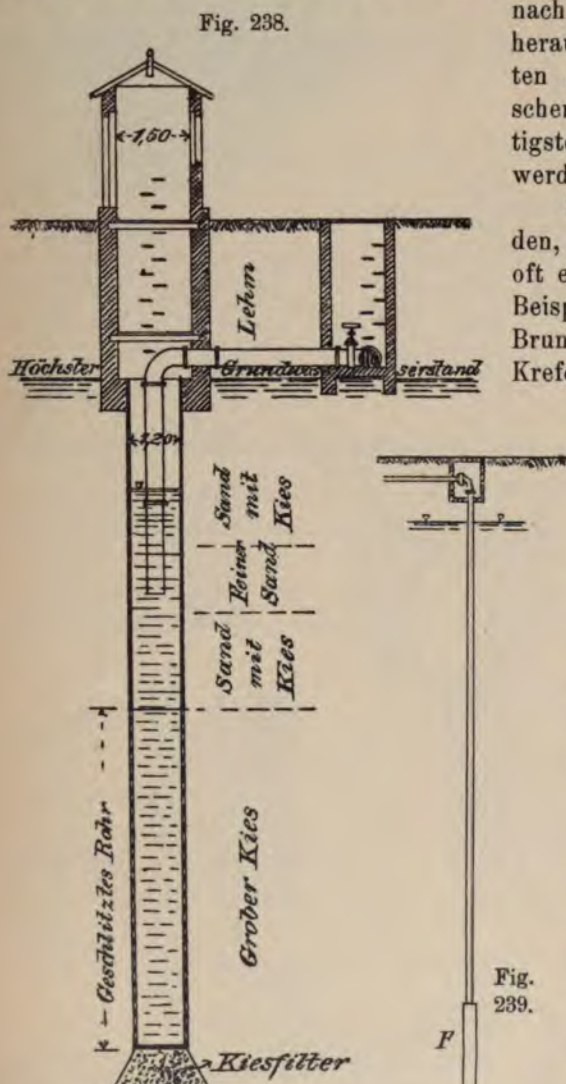


Fig. 239.

Statt der gemauerten Brunnen werden, vor allem als Tiefbrunnen, sehr oft eiserne verwandt, von welchen als Beispiel der in Fig. 238 dargestellte Brunnen für das Wasserwerk der Stadt Krefeld dienen möge.

Auch die Rohrbrunnen werden nicht selten zur Wasserentnahme für eine zentrale Wasserversorgung benutzt. Dies geschieht entweder in der Weise, dass an der Sohle eines Kesselbrunnens ein eisernes Brunnenrohr eingerammt oder eingebohrt wird, namentlich dann, wenn der Grundwasserstand ganz oder zeitweise verschwindet oder der Kesselbrunnen plötzlich aus irgend einem Grunde stark verunreinigtes Wasser liefert. Doch werden solche „kombinierte Brunnen" auch von vornherein bei Erbauung der Wassergewinnungsanlage angelegt.

Das Eintreiben der Röhrenbrunnen geschieht bis zu 6 m Tiefe gewöhnlich durch Einschrauben, durch Einrammen in Tonboden bis zu 20 m, in Kies und Sandboden bis zu 40 m. In grösseren Tiefen erfolgt Einbohren.

Fig. 240.

Fig. 239 zeigt einen Rohrbrunnen des Potsdamer Wasserwerks. Das aus Kupferblech bestehende 203 mm weite Saugerohr endigt in einem 6 bis 8 m langen Filterkorb F. Dieser Filterkorb ist, wie Fig. 240 im Grundriss zeigt, ringsherum mit 12 mm weiten Löchern und 11 mm hohen Rippen versehen, auf welchen, um das Einschwem-

men von Sand und Verstopfen der Löcher zu verhindern, eine dreifache Lage von Metallgewebe liegt. Jeder Brunnen liefert 6 Sekundenliter Wasser.

An Stelle des Filterkorbes wird auch das Ende des Saugerohres mit einer Filterschicht aus Kies von abnehmender Korngrösse umgeben.

Ueber die zweckmäſsigste Anordnung mehrerer Brunnen schreibt König in seinem mehrfach erwähnten Werke (Seite 194) folgendes:

„Werden mehrere Brunnen angelegt, dann ist es am zweckmäſsigsten, die Brunnen in einer Linie, vom Talwege ausgehend, rechts und links zur (Grundwasser-) Stromrichtung nebeneinander zu legen und zwar in Entfernungen, welche eine völlige Ausnutzung des Grundwassers sichern. Diese Sicherung kann durch möglichst enge Lage von in einer Reihe befindlichen Brunnen, oder durch zwei- oder dreireihige Anordnung mit grösserer Entfernung der Brunnen untereinander erreicht werden (Fig. 241 bis 243), ferner durch Nebeneinanderreihung der Brunnen in einem Kreise (Ringbrunnen Fig. 244).“

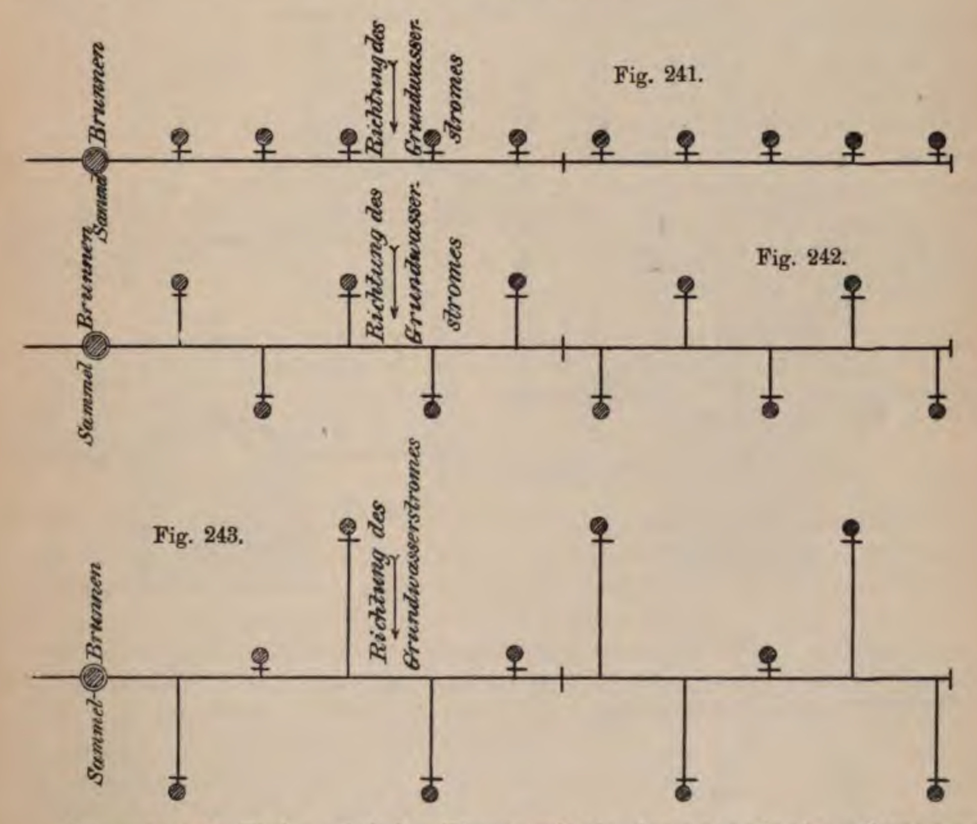


Fig. 241.

Fig. 242.

Fig. 243.

Aus grösseren Tiefen wird das Wasser mittels der artesischen Brunnen emporgefördert. Hierbei tritt die durch Bohrung erschlossene Wasserader, je nach der Grösse des auf ihr lastenden Druckes, bis dicht unter die Oberfläche oder sie sprudelt über diese hinaus, wird dann gefasst und weitergeleitet.

Sammelkanäle, aus hartgebrannten Ziegelsteinen in Zementmörtel gemauert oder in Zementbeton gestampft, werden oft begehbar hergestellt und haben den Zweck, das im Gewinnungsgebiet auf eine der vorbesprochenen Arten

gewonnene Wasser dem Wasserwerk oder auch unmittelbar dem Versorgungsgebiet zuzuführen. In den Figuren 245 bis 247 sind einige Beispiele ausgeführter Zuleitungskanäle, welche auch als Sammelkanäle dienen, dargestellt.



Fig. 244.

Die Zuleitung des Wassers kann entweder durch offene Gräben erfolgen, was aber nur dann zulässig ist, wenn das Wasser vor seiner Verwendung noch in Filtern gereinigt wird und das Wasser nicht den Verunreinigungen von Menschen und Tieren ausgesetzt ist, oder durch unterirdische Leitungen. Bei letzteren ist wieder zu unterscheiden, ob das Wasser ohne oder mit Ueberdruck zugeleitet werden kann oder nicht. Dementsprechend unterscheiden wir „Gefällleitungen“ und „Druckleitungen“. Als Druckleitungen sind nur eiserne Rohre anzuwenden und das Wasser ist mittels Pumpen zu heben.

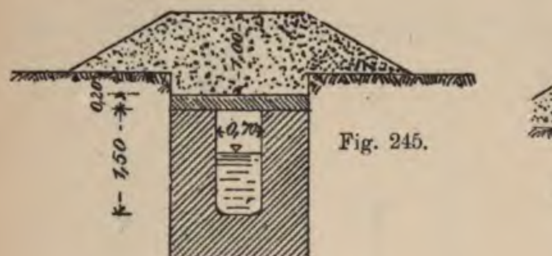
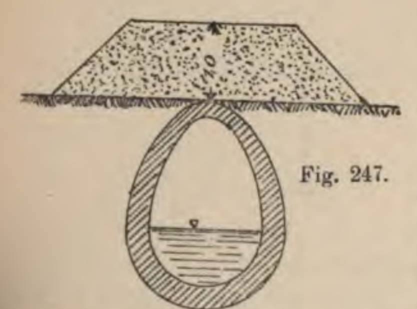

Fig. 245.


Fig. 216.


Fig. 247.

Nach „L. Franzius, Der Wasserbau“, Berlin, Verl. der Dtsch. Bauzeitung, soll die Geschwindigkeit des Wassers in den Zuleitungen nicht so gross sein, dass Sohle und Wandungen angegriffen werden, aber auch nicht so gering, dass sich Schlamm- und Schmutzstoffe absetzen. Unter Berücksichtigung dieser Erfordernisse soll demnach in offenen Gräben die mittlere Geschwindigkeit betragen, um in Bewegung zu halten:

feinen Sand und Schlamm	0,50 m
gewöhnlichen, losen Mauersand und festen Moorboden . . .	1,00 „

gebundenen, tonigen oder sehr groben Sand und feinen Kies . 1,50 m
groben Kies und fetten Kleiboden . . . . , ... 2,00 „

Die Geschwindigkeit in aus gutem Mauerwerk hergestellten Kanälen soll nicht mehr als 2,50 m, in eisernen Rohrleitungen nicht mehr als 3,00 m betragen.

2. Die Reinigung des Wassers.

Mitunter wird das aus dem Sammelkanal dem Wasserwerk zufliessende Wasser vor letzterem in einer Sammelstube gesammelt und gereinigt. Als Beispiel diene die in Fig. 248 dargestellte Sammelstube des Wasserwerks der Stadt Königsberg i. Pr. Durch eingebaute Querwände wird der von dem Wasser zurückzulegende Weg verlängert und die Durchflussgeschwindigkeit verlangsamt, wobei sich die mitgeschwemmten Sinkstoffe absetzen. Die Pfeile geben den Verlauf

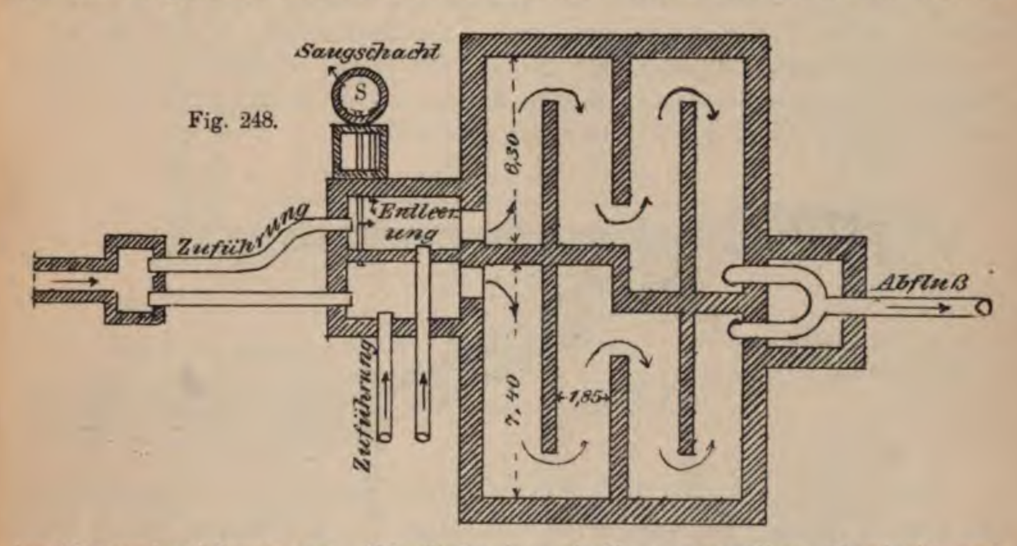


Fig. 248.

des Wasserdurchflusses an. Die Stube ist mit Kappengewölben überdeckt und besteht aus zwei selbständigen Abteilungen, um bei der Reinigung einer Abteilung den Betrieb mit der anderen aufrecht erhalten zu können. Die Entleerung der zu reinigenden Abteilung geschieht durch den Sauger S.

Ist die Wasserentnahmestelle ein öffentliches Gewässer, so findet mitunter eine Vorklärung, d. h. eine Befreiung des Wassers von seinen gröbsten Sinkstoffen in der Weise statt, dass das Wasser den — in diesem Fall gewöhnlich offenen — Zuleitungsgraben ganz langsam durchfliesst und hierbei die Schwimmstoffe absetzt.

Allgemein gebräuchlich ist jedoch die Klärung des Wassers in Klär- oder Absitzbecken. Dies sind langgestreckte, im Grundriss meist rechteckige Becken; an der einen Schmalseite derselben befindet sich der Einlauf des ungereinigten, an der entgegengezetzten Schmalseite der Ablauf des zum grössten Teil von seinen gröberen Schmutzstoffen befreiten Wassers.

Das Wasser durchströmt diese Becken mit einer ganz geringen, gewöhnlich nicht über 1 bis 2 mm in der Sekunde betragenden Geschwindigkeit und setzt hierbei zum grossen Teil seine Schmutzstoffe ab, welche von Zeit zu Zeit daraus entfernt werden.

Bei der vorgenannten Durchflussgeschwindigkeit von 1 bis 2 mm erfordert jedes Sekundenliter Wasser einen Beckenquerschnitt von 0,5 bis 1,0 qm.

Die Klärbecken sind gewöhnlich offen und der Aufenthalt des Wassers beträgt in ihnen, je nach der Verunreinigung des letzteren, 15 bis 30 Stunden; im Durchschnitt 24 Stunden.

Um im Becken eine möglichst gleichmäſsige Strömung zu erzielen, muss der Einlauf und der Ablauf sich tunlichst über die ganze Breite der betreffenden Beckenseite erstrecken.

Der Beckenboden, welcher gewöhnlich schalenförmig gestaltet ist, um die Absitzstoffe möglichst nach der Mitte zu drängen, erhält eine durch Schieber schliessbare Entleerungsleitung, um bei jedesmaliger Reinigung des Beckens das in demselben befindliche Wasser, sowie das Spülwasser, nach erfolgter Reinigung beseitigen zu können.

Die Becken werden selten von gemauerten Wänden umschlossen, sondern meistens geböscht, wie Fig. 249, ein Becken von 32,0 m Sohlenbreite und 50,0 m Sohlenlänge darstellend, zeigt. Fig. 250 und 251 zeigen im Grundriss und Längsschnitt ein gemauertes Becken mit nach dem Ablauf steigender Sohle. Diese Anordnung begünstigt das Absetzen der Sinkstoffe.

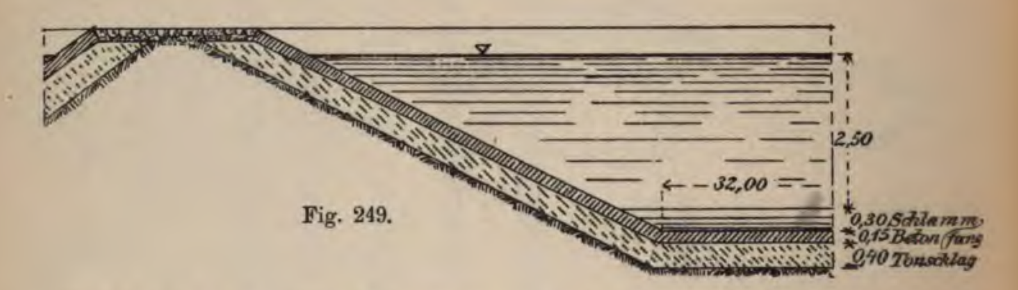


Fig. 249.

Der Betrieb erfordert, bei Annahme eines 24stündigen Aufenthaltes des Wassers im Becken, die Anlage von wenigstens vier Klärbecken, von welchen das erste soeben entleert ist und gereinigt werden soll, das zweite vollgelaufen ist, das dritte seit zwölf Stunden vollsteht und das vierte in der Entleerung begriffen ist. Bei dieser Betriebsanordnung und Beckenzahl muss jedes Becken den mittleren Tagesbedarf für zwölf Stunden decken und danach in seiner Grösse berechnet werden.

Die Länge l eines Klärbeckens berechnet sich aus der Anzahl der Sekunden s, welche das Wasser in dem Becken zubringt — also bei 24stündigem Aufenthalt 86400 — multipliziert mit der mittleren Geschwindigkeit des Wassers im Becken, also

10. $$l = s \cdot v.$$

v ergibt sich aus der Sekundenwassermenge Q, der Breite b und der mittleren Tiefe h des Beckens zu

11. $$v = \frac{Q}{b \cdot h}$$

und daraus wieder

12) $$l = s \cdot \frac{Q}{b \cdot h}.$$

Die mittlere Wassertiefe h wird gewöhnlich zu 2 bis 2,50 m angenommen. Ebenso wird die Breite b angenommen und die Länge l errechnet.

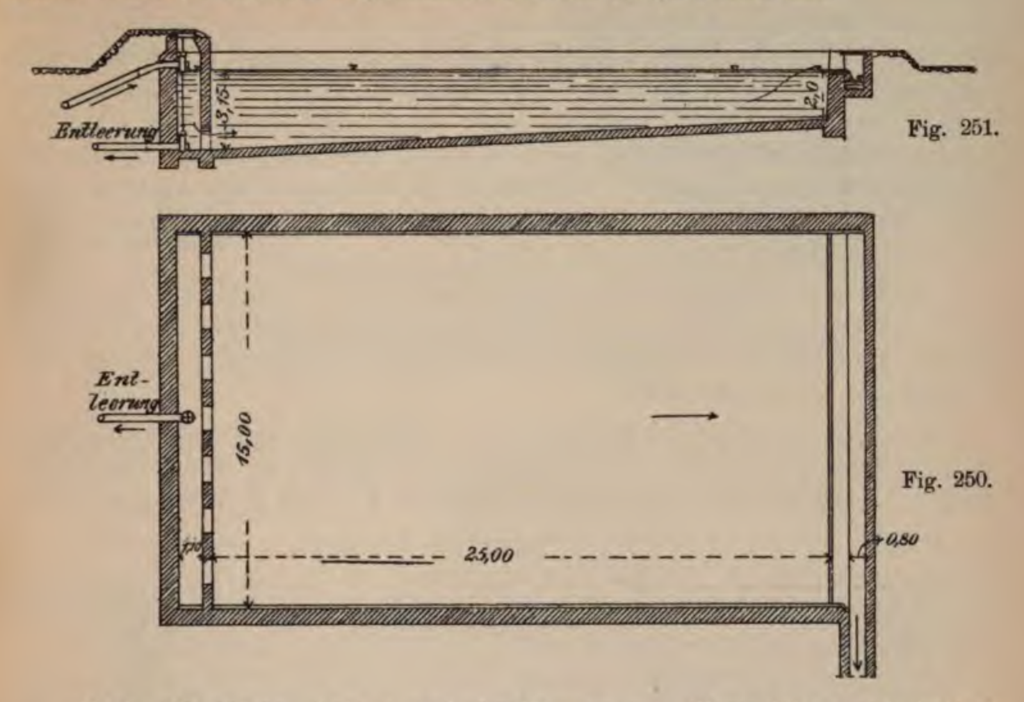


Fig. 251.

Fig. 250.

Nach „Fr. König, Anlage und Ausführung von Wasserleitungen" beträgt die günstigste Beckenbreite, unter Annahme einer durchschnittlichen Wassertiefe von 2,50 m, bei einem stündlichen Wasserzulauf von:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sek./Ltr.
5,8	8,2	10,0	11,6	13,0	14,2	15,4	16,4	17,4	18,37	Meter
12,5	15	17,5	20	25	30	35	40	45	50	Sek./Ltr.
20,5	22,5	24,3	26,0	29,0	31,8	34,4	36,7	39,00	41,00	Meter

Ueberwölbte Klärbecken werden ebenso behandelt wie die Reinwasserbehälter. (Vergl. Seite 149 und ff.)

Statt der Klärbecken werden auch manchmal 4 bis 6 m tiefe Klärbrunnen, welche ähnlich wie Fig. 224 konstruiert sind, verwandt und welche das Wasser von unten nach oben — mitunter auch doppelt, d. h. von oben nach unten und nachdem es unter eine den Brunnen teilende Scheidewand hindurchgeflossen ist, wieder nach oben — durchfliesst und zwar meist mit der Geschwindigkeit eines Bruchteils eines Millimeters. Doch finden Klärbrunnen bei der Trinkwasserversorgung weniger Anwendung als bei der im 6. Abschnitt besprochenen Schmutzwasserreinigung, woselbst auch weitere Angaben über Brunnen sowohl als auch über Becken zu finden sind.

Die Reinigung des Wassers in den Absitzbecken bezw. Klärbrunnen genügt für die meisten Fälle jedoch nicht, da das Wasser nur ganz ausnahmsweise den Klärbecken so wenig verschmutzt zugeführt werden kann, dass es nach dem Durchfliessen derselben sofort als Trinkwasser verwendbar ist. In vielen Fällen wird man dagegen auf die Vorklärung verzichten können und das Wasser unmittel-

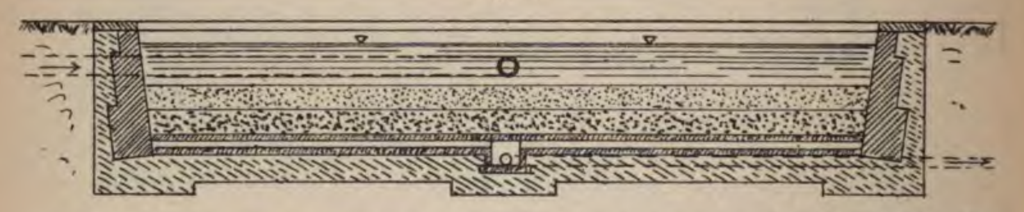
bar durch Filtern gründlich, nicht nur von seinen mechanisch beigemengten Stoffen, sondern auch von den etwa in ihm enthaltenen schädlichen Lebewesen befreien können.

Das Filtern des Wassers geschieht in Filterbecken. Von Filteranlagen kommen jetzt nur noch die Sandfilter in Frage, deren Wirkungsweise darin besteht, dass das Wasser von oben nach unten eine Schicht ziemlich feinen Sandes durchfliesst und hierbei nicht nur die ihm mechanisch beigemengten Schmutzstoffe, sondern auch die Mehrzahl der gelösten Stoffe und etwaiger schädlicher Lebewesen im Sande zurücklässt. Die Korngrösse des Sandes beträgt zweckmäfsig nicht mehr als 1 mm.

Manchmal liegt unter der Sandschicht noch eine Kiesschicht von nach der Sohle zunehmender Korngrösse. Die Stärke der Filterschicht und die der Wasserschicht über derselben beträgt etwa 1,0 m; doch kommen auch Wasserhöhen bis zu 2,0 m vor.

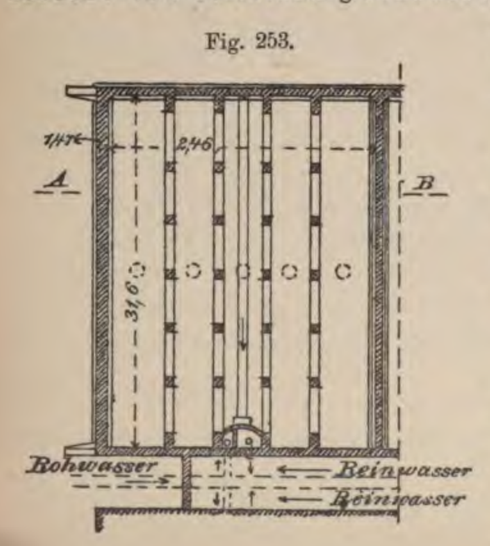
Die Filtrationsgeschwindigkeit, d. h. die Durchflussgeschwindigkeit des Wassers durch die Filterschicht beträgt etwa 60 bis 80 mm in der Stunde und soll so bemessen sein, dass jedes Quadratmeter Filterfläche 2 bis 3 cbm Rohwasser in 24 Stunden zu reinigen vermag. Doch kommen durch örtliche Verhältnisse bedingt, hiervon auch Abweichungen vor.

Fig. 252.



Die nach jeder Benutzung des Filters teilweise abgehobene Sandschicht wird vollständig erneuert, wenn ihre Höhe bis auf 40 cm herabgegangen ist. Vor der Wiederverwendung wird der durch die Filtration verunreinigte Sand in sogen. Sandwäschen — häufig rotierende Trommeln wie bei der Betonbereitung — gewaschen. Fig. 252 stellt den Schnitt durch ein offenes Filter der Altonaer Wasserleitung und Fig. 253 und 254 den Grundriss und Schnitt durch einen überdeckten Filter des Stralsunder Wasserwerks dar.

Fig. 253.



Aus dem bei den Klärbecken bereits angegebenen Grunde sollen auch wenigstens zwei, besser aber mehr Filterbecken angeordnet werden. (Fig. 252 bis 254 nach „Oesten und Frühling, Wasserversorgung der Städte“, Leipzig 1904, Verlag von W. Engelmann).

Die Sohle der Filter wird mit Sammelkanälen bedeckt, welche aus Ziegelsteinen (Fig. 255) hergestellt sind und durch deren offene Fugen das durch die Filterschicht gerieselte Wasser tritt. Diese Sammelkanäle münden in einen in der Mittellinie der Filtersohle liegenden Hauptsammelkanal (Fig. 256), welcher

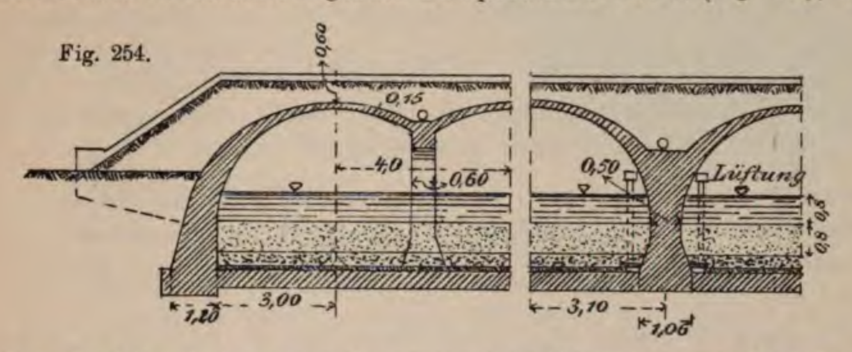


Fig. 254.

ebenfalls aus Ziegelsteinen hergestellt ist und das Wasser entweder direkt in den Reinwasserbehälter oder in eine nach diesem führende Rohrleitung leitet. Statt der Sammelkanäle können auch Drainrohre oder durchlochte Rohre auf der Sohle verlegt werden. Eine sorgfältige Umpackung dieser Kanäle mit möglichst grobkörnigem, gewaschenem Kies oder Schotter ist unerlässlich, um ein Einwaschen des Sandes in die Kanäle und Verstopfen der Fugen zu verhindern.

Die Regulierung des Wasser-Ein- und Austritts erfolgt zweckmäfsig durch Ueberläufe und Schützen (siehe „Deutsch. Wasserbau“, I. Teil, Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig), doch kommen auch andere Konstruktionen vor, wobei für die Filter das bei den Klärbecken über Ein- und Ausläufe Gesagte gilt.

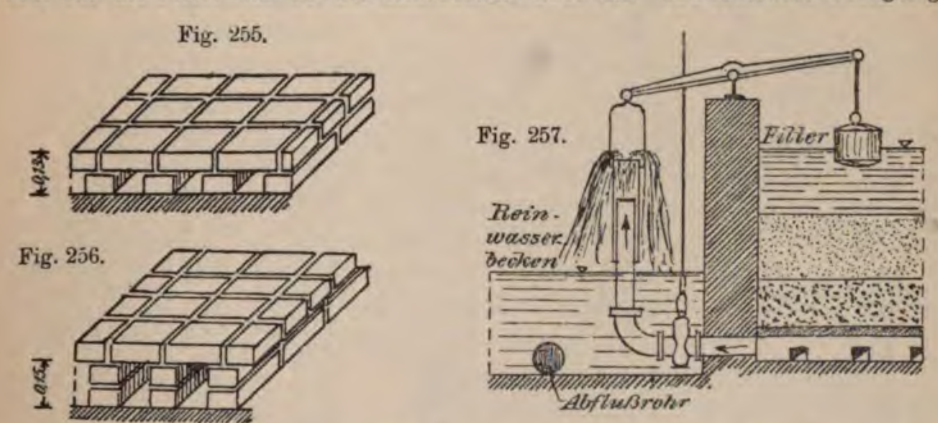


Fig. 255.

Fig. 256.

Fig. 257.

Eine sehr häufig angewandte Konstruktion zeigt Fig. 257. Das gefilterte Wasser tritt durch ein nach aufwärts gebogenes Rohr in eine Vorkammer oder unmittelbar in den Reinwasserbehälter. Ueber dem freien Ende des Auslaufrohres befindet sich ein bewegliches Rohr, welches den Austritt des Wassers selbsttätig durch eine im Filter schwimmende Schwimmkugel reguliert.

Für das Quadratmeter nutzbare Filterfläche stellen sich die Baukosten bei offenen Filtern auf durchschnittlich 50 Mark und bei überwölbten auf durchschnittlich 75 Mark; sie werden am geringsten, wenn mehrere Filterbecken mit teilweise gemeinsamen Mauern angelegt werden.

Bezeichnet x die Gesamtzahl der anzulegenden Filter, a die schmalen und b die breiten Seiten der rechteckigen Filter, so wird die Gesamtlänge der Mauern im Verhältnis zur Gesamtfläche der Filter am kleinsten, wenn

13. $$a = \frac{a+1}{2\,x} \cdot b \text{ ist.}$$

Sollen also z. B. vier Filter nebeneinander erbaut werden, so ist das günstigste Verhältnis, wenn

$$a = \frac{4+1}{2 \cdot 4} \cdot b = \frac{5}{8}\,b \text{ ist.}$$

Die Kosten für das Filtern von 1000 cbm Wasser richten sich nach der Beschaffenheit des zu filternden Wassers, den Ergänzungskosten für das Filtermaterial und nach der Höhe der Arbeitslöhne und betragen meist zwischen 1,50 und 4,00 Mk.

Das dem Grundwasser häufig beigemischte Eisenoxydul muss, wie bereits erwähnt, aus diesem entfernt werden, was dadurch geschieht, dass man das Wasser mit der Luft in Berührung bringt, wobei sich das Oxydul in Oxyd umwandelt und als rostfarbiger Niederschlag ausfällt.

In der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1890, sowie in dem bereits mehrfach erwähnten Werke von Oesten & Frühling (Seite 273) beschreibt Oesten eine Enteisenungsanlage (Fig. 258), wie folgt:

„Das Wasser fällt als feiner Regen etwa 2 m hoch aus der Brause B auf den Wasserspiegel des Filters F, dessen Wasserhöhe je nach der leichteren oder schwereren Fällbarkeit des Eisens kleiner oder grösser angenommen wird und zwischen den Grenzen von 0,50 bis 2,0 m liegt. Es durchsinkt, nachdem die Flockenbildung des entstehenden Eisenoxydhydrats genügend vorgeschritten ist, das 30 cm starke Kiesfilter K, steigt als gereinigtes Wasser in der Reinwasserkammer auf und fliesst aus dieser durch das Rohr S zum Gebrauch oder in einen Reinwasserbehälter ab. In dem Maſse, als sich Eisenschlamm auf und in dem Kiesfilter ablagert, steigt die Filterdruckhöhe, bis der Spiegel des Filters die Ueberlauföffnung U erreicht. Alsdann muss das Filter gereinigt werden. Die grösste Filterdruckhöhe beträgt 40 bis 50 cm, e Filtergeschwindigkeit durchschnittlich 1,0 m.“ Soll das Filter gereinigt werden, wird die Schlammentleerungsöffnung E und die Spülvorrichtung H geöffnet.

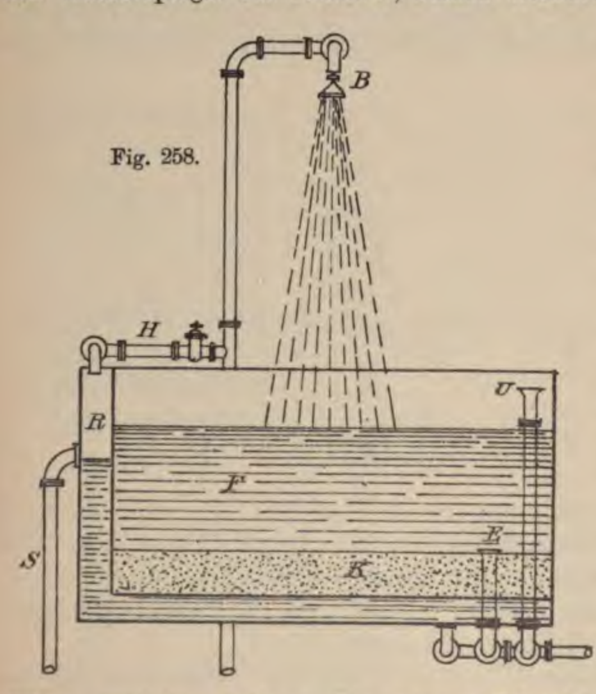


Fig. 258.

Die Vorzüge dieses Enteisenungsverfahrens bestehen in der Einfachheit der Anlage und in der Leichtigkeit der Filterreinigung.

Von der Firma Siemens & Halske A. G. (Siemens-Schuckert-Werke) wird in neuerer Zeit ein Ozonisierungsverfahren ausgeführt, um das Wasser von seinem Eisengehalt und von Bakterien zu befreien. Der Ozon wird hierbei aus der atmosphärischen Luft auf elektrischem Wege erzeugt und darauf mit dem zu reinigenden Wasser in Verbindung gebracht, wobei es die im Wasser vorhandenen organischen Bestandteile oxydiert und die schädlichen Lebewesen abtötet. Nunmehr fliesst das Wasser entweder unmittelbar den Verbrauchsstellen oder dem Reinwasserbehälter zu.

3. Die Reinwasserbehälter,

auch Sammel- oder Ausgleichbehälter genannt.

Wie bereits früher erwähnt, müssen, um den Schwankungen im Wasserverbrauch genügen zu können, Behälter angelegt werden, in welche zu Zeiten schwachen Verbrauchs Vorratswasser hineingeschafft wird, um bei stärkerer Inanspruchnahme des Wasserwerks, sowie zur Nachtzeit, wenn der Pumpenbetrieb meistens ruht, das erforderliche Wasser allein abgeben oder die normale Wasserabgabe unterstützen zu können. Auch bei gleichmäfsigem Zufluss von der Entnahmestelle kann sich die Anlage von Sammelbehältern notwendig machen.

Die Behälter können offen oder überwölbt sein; sie können als Erdbehälter wie Sammelteiche oder aus Mauerwerk oder Beton oder als Hochbehälter aus Eisen oder Eisenbeton konstruiert werden.

Die Anlage offener Behälter empfiehlt sich wegen des ungünstigen Einflusses der Aussentemperatur nicht, weshalb diese hier auch nicht weiter besprochen werden sollen.

Bei der Bestimmung der Grösse der Ausgleichungsbehälter haben wir folgende Fälle zu unterscheiden:

a) Wird der grösste Tagesverbrauch, also das anderthalbfache des mittleren Tagesverbrauchs, innerhalb 24 Stunden gleichmäfsig zugeführt, so soll der Ausgleichbehälter wenigstens $^4/_{10}$ des mittleren Tagesverbrauchs aufnehmen können, also beispielsweise bei einem mittleren Wasserverbrauch von 1000 cbm wenigstens 400 cbm Fassungsraum besitzen.

b) Bleibt der Zufluss um so viel am Tage hinter dem Bedarf zurück, als er diesen in der Nacht übertrifft, so muss der Ausgleichbehälter den Ueberschuss aufnehmen können.

Beispiel: Der Unterschied des 24stündigen Bedarfs betrage 20 %; dann müssen während der Nachtzeit im Behälter wenigstens aufgespeichert werden das $1^1/_2$fache mal 20 %, also $1{,}5 \cdot 20 = 30$ % des durchschnittlichen 24stündigen Bedarfs. Zweckmäfsig gibt man aber den Behältern eine Grösse von wenigstens $^1/_3$ des vorgenannten Bedarfs.

c) Wird der Maschinenbetrieb nur während der Tagesstunden von Morgens 6 Uhr bis Abends 6 Uhr durchgeführt, dann erhält der Behälter eine Grösse von wenigstens der Hälfte des durchschnittlichen 24stündigen Bedarfs.

Der Sammelbehälter kann entweder auf dem Wasserwerk selbst liegen oder aber besser mitten im Versorgungsgebiet (Fig. 259 und 260).

Die letztere Anordnung hat den Vorteil, dass das Versorgungsgebiet das Wasser direkt aus der Zuleitung empfängt und nur der Ueberschuss dem Sammelbehälter zufliesst, sowie dass der Wasserdruck, der ja in diesem Fall von zwei Seiten kommt, kräftiger und gleichmäfsiger ist, als bei der ersteren Anordnung, wo er nur von einer Seite kommt, abgesehen davon, dass es auch nicht günstig ist, wenn das Wasser erst den Sammelbehälter durchfliessen muss, um in das Versorgungsgebiet zu gelangen.

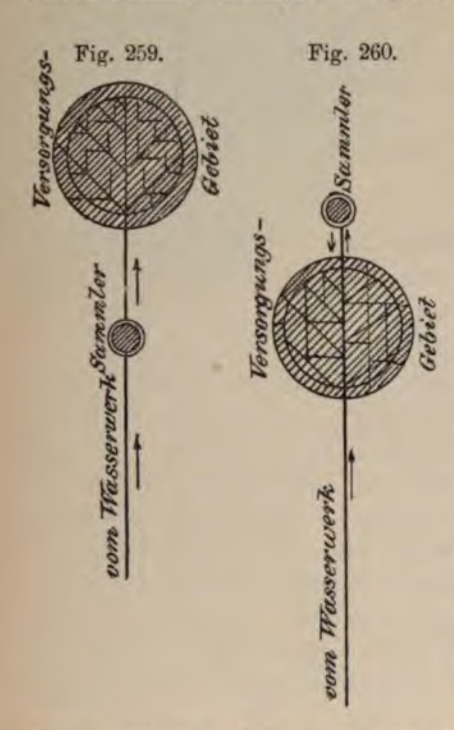


Fig. 259. Fig. 260.

Man bezeichnet den hinter dem Versorgungsgebiet liegenden Behälter auch mit Endbehälter. Bei ausgedehnten Versorgungsgebieten befindet sich meist auch vor dem Versorgungsgebiet noch ein Ausgleichbehälter, Gegenbehälter genannt.

Die Höhenlage eines Sammelbehälters zum Versorgungsgebiet muss mindestens eine solche sein, dass das Wasser in den entferntesten und höchstgelegenen Stadtteilen noch eine solche Druckhöhe besitzt, dass es in die obersten Stockwerke der Häuser geleitet werden kann und zu Feuerlöschzwecken verwendbar ist. Welche Druckhöhe hierzu erforderlich ist, hängt, wie bereits erwähnt, von den örtlichen Verhältnissen ab. Im allgemeinen wird man mit einer mittleren Höhe des Sammlers von 40 bis 50 m über dem Versorgungsgebiete auskommen.

Um das Wasser im Behälter vor den Einflüssen der Aussentemperatur zu schützen, soll der Wasserstand in demselben nicht zu niedrig sein, d. h. nicht weniger als 2,50 m betragen. Anderseits ist die Höhe der Wasserschicht wiederum dadurch begrenzt, dass der Druck derselben auf die Umfassungen die zulässige Inanspruchnahme nicht überschreiten, d. h. gewöhnlich nicht mehr als 6 m betragen darf. Die meisten Wasserbehälter werden für eine Wasserhöhe von 3,50 bis 4,00 m ausgeführt.

Die Grundrissform der Behälter ist kreisförmig, quadratisch oder rechteckig. Erstere ist so lange die günstigste Form, als der Behälter nicht durch eine Zwischenwand in zwei Abteilungen geteilt wird, da bekanntlich der Kreis den grössten Flächeninhalt bei kleinstem Umfang besitzt.

Die Reinwasserbehälter sind gewöhnlich zweiteilig, um eine Reinigung ohne Unterbrechung des Betriebes vornehmen zu können. Sie bilden dann zwei Rechtecke mit gemeinsamer Mittelmauer (Fig. 261 und 262). Der in den beiden Figuren im Grundriss und Schnitt dargestellte Ausgleichbehälter ist ein sogenannter Erdbehälter. Derartige aus Mauerwerk oder Beton hergestellte Becken werden, um das Wasser den Einwirkungen der Temperatur zu entziehen, mit einer Erdschicht von 1,00 bis 1,50 m Stärke überdeckt. Man versenkt das Bau-

werk gewöhnlich so tief in den Boden, dass die überschüssige Erde zur Ueberdeckung ausreicht.

Die Umfassungsmauern werden entweder senkrecht oder, was bedeutend billiger ist, dem Verlauf der Stützlinie entsprechend ausgeführt (Fig. 254 links).

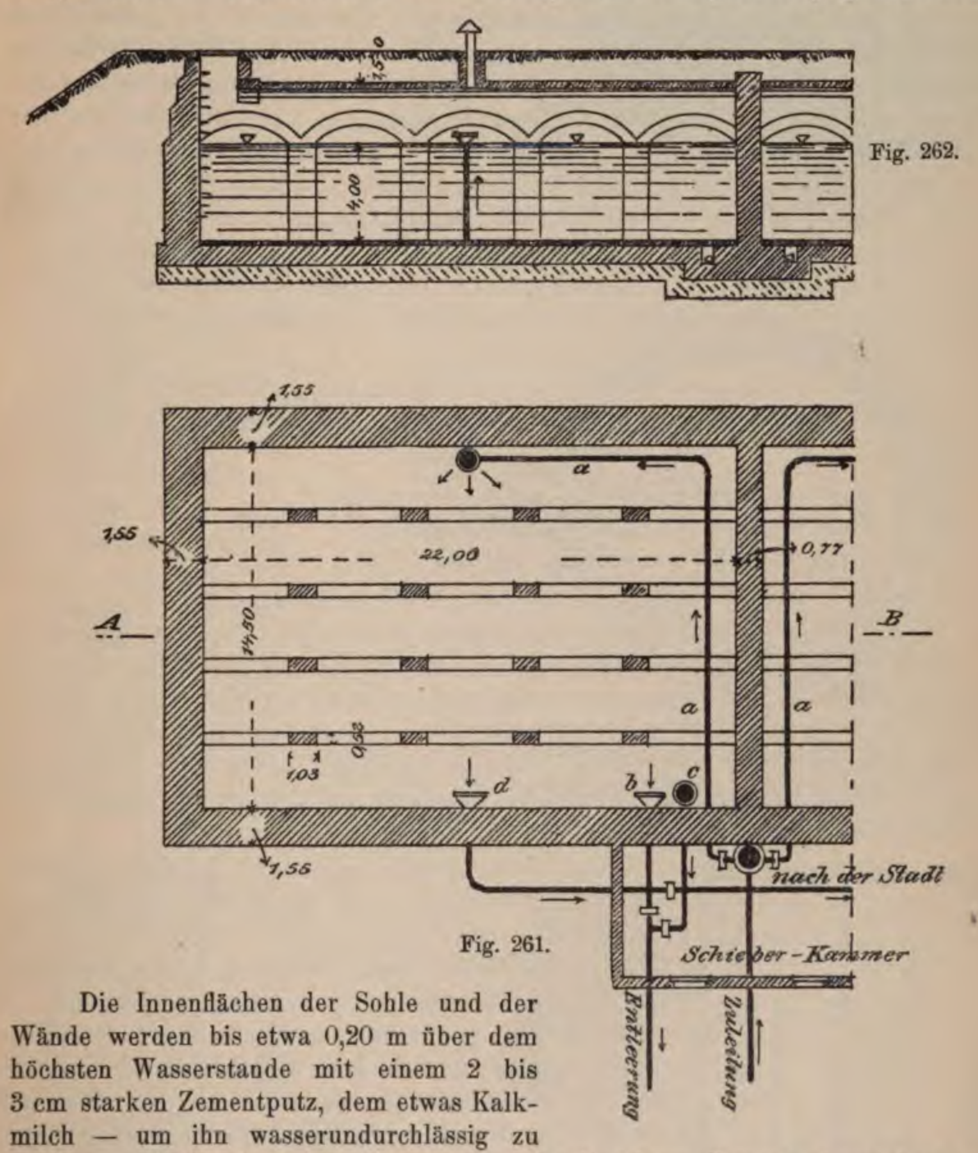


Fig. 262.

Fig. 261.

Die Innenflächen der Sohle und der Wände werden bis etwa 0,20 m über dem höchsten Wasserstande mit einem 2 bis 3 cm starken Zementputz, dem etwas Kalkmilch — um ihn wasserundurchlässig zu machen — beigemischt ist, überzogen und mit feinem Zement abgerieben und geglättet, um das Ansetzen von Algen usw. zu verhindern. Mit dem Verputz darf erst 6 bis 8 Wochen nach der Fertigstellung der Ueberwölbung begonnen werden, damit das Bauwerk Zeit hat, sich zu setzen, und durch das Setzen keine Risse im Putz hervorgerufen werden.

Oberhalb des Wasserstandes kann man die Wand- und Deckenflächen, wenn sie gemauert sind, mit Zementmörtel ausfugen, bestehen sie jedoch aus Stampfbeton, mit Zementmörtel in der gewöhnlichen Weise verputzen.

Die nicht sichtbaren Aussenflächen werden mit hydraulischem Mörtel berappt und der Gewölberücken mit einer Asphaltschicht überzogen. Die Entwässerung (Sickerwasser) des Gewölbes geschieht durch Tonröhren (Fig. 254) oder durch eine Drainage aus Steinpackungen.

Für eine Entlüftung des Reinwasserbeckens durch einen oder mehrere in der Gewölbedecke angebrachte und bis über die Erdoberfläche der Ueberschüttung reichende Lüftungsschlote ist Sorge zu tragen. Diese Schlote müssen, um das Eindringen von Regenwasser, Schmutz, Ungeziefer usw. zu verhindern, möglichst unzugänglich, sowie mit einem Schutzdach und Sieb versehen sein.

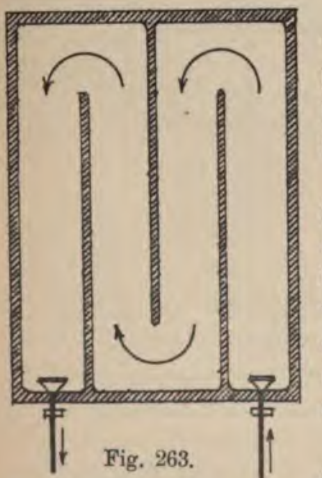
Um in den Behälter zwecks Reinigung desselben gelangen zu können, ist eine Einsteigeöffnung mit Treppe oder Steigeeisen anzulegen.

Für die Unterbringung und Handhabung der zu einem Sammelbehälter notwendigen Ausrüstungen sind demselben eine, manchmal auch zwei bequem zugängliche, gut ventilierte und durch Tageslicht beleuchtete Schieber- oder Ventilkammern angebaut.

An Rohrleitungen sind für die Ausgleichungsbehälter, und zwar sowohl für die Erd- als auch für die Hochbehälter, erforderlich (Fig. 261, 266 und 267):

1. Das Füll- oder Steigerohr a,
2. das Entleerungsrohr b, welches gewöhnlich mit
3. dem Ueberlaufrohr c verbunden ist, und
4. das Fall- oder Ablaufrohr d, nach der Stadt führend.

Einlauf und Ablauf sollen einander gegenüber, an zwei entgegengesetzten Umfassungswänden liegen, um eine gleichmäfsige Strömung durch den ganzen Sammelraum zu erzeugen. Um die gleichmäfsige Verteilung und Strömung des Wassers noch mehr zu sichern, werden entweder durch den ganzen Raum gleich starke, mit Gurtbögen verbundene Pfeiler in gleichen Entfernungen angeordnet (Fig. 261 und 262), oder es werden Zwischenwände gezogen, welche das Wasser in der Pfeilrichtung umströmen muss (Fig. 263).


Fig. 263.

Bei Vorhandensein nur eines Beckens ist eine Verbindung zwischen dem Steigerohr und dem Ableitungsrohr notwendig, um bei ev. Reinigung des Beckens das Wasser mit Umgehung dieses unmittelbar von den Pumpen zur Stadt senden zu können.

Fig. 264 und 265 stellen einen kreisförmigen Sammelbehälter im Grundriss und Schnitt dar, welche dem mehrfach erwähnten Werke von „König, Wasserleitungen" entnommen sind. Der Behälter ist ein solcher vor dem Versorgungsgebiete; wird er hinter diesem angeordnet, so fällt das besondere Ablaufrohr fort, da dann das Zuführungsrohr auch gleichzeitig Ablaufrohr ist.

Die Hochbehälter oder Wassertürme werden nötig, wenn die Umgebung des Versorgungsgebietes in der Nähe kein Gelände von genügender Höhenlage zur Unterbringung eines Bodenbehälters aufweist.

Erhält der Hochbehälter ein besonderes Steige- und Fallrohr, so bezeichnet man ihn als Durchgangsbehälter (Fig. 266), ist aber für Zulauf und Ablauf nur ein Rohr vorhanden (Fig. 267) als Rücklaufbehälter.

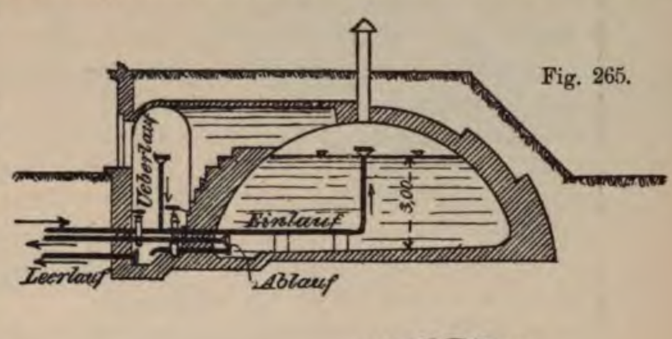


Fig. 265.

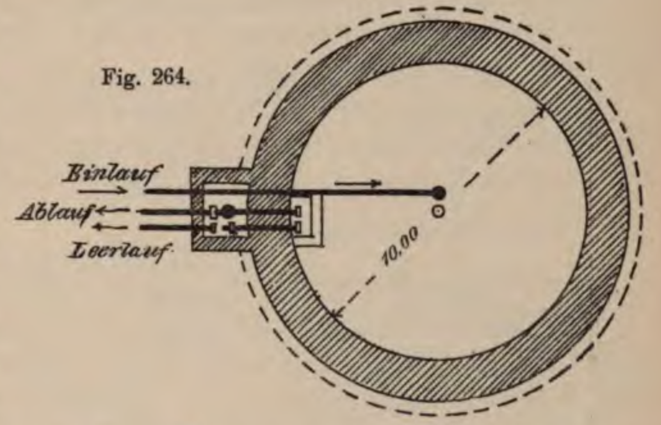


Fig. 264.

Der Hochbehälter liegt am besten innerhalb des Versorgungsgebietes, sonst dicht dabei, um eine möglichst kurze Zuleitung zu haben.

Bei Anlagen, bei denen das Wasser künstlich gehoben werden muss, erfolgt die Füllung des Behälters zweckmäſsig vom Boden aus (Fig. 267), so dass die Arbeitsleistung der Maschine stets dem jeweiligen Wasserstande im Behälter entspricht.

Als Material kommt fast ausschliesslich das Schmiede- oder Walzeisen zur Anwendung, seitdem der † Geheime Baurat Intze durch seine Untersuchungen die Vorteile desselben klargestellt und die für die geringsten Materialbeanspruchungen günstigsten Querschnittsformen der Behälter ermittelt hat.

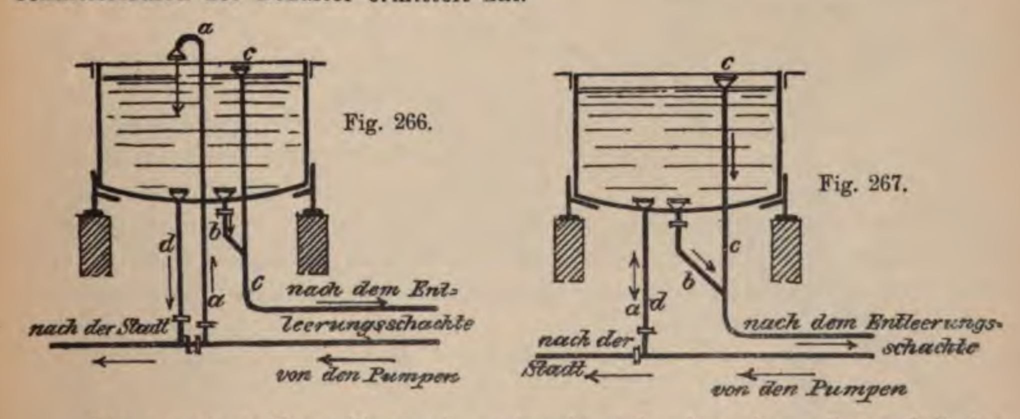


Fig. 266. Fig. 267.

Die günstigste Form bietet ein senkrecht stehender, oben offener Zylinder, weil bei diesem die Zugspannungen aller in derselben Ebene des Mantels liegenden Punkte gleich gross sind und die Bleche sich leicht herrichten und nieten lassen.

Hat der ganze Behälter bei ebener Bodenfläche die gleiche Blechstärke δ, so wird die Mantelfläche dann am geringsten bei grösstem Rauminhalt, wenn die

Höhe h gleich dem Bodenhalbmesser i ist. Allerdings ist eine ebene Fläche des Bodens keineswegs die günstigste Form desselben und bei grösseren Behältern ist auch die Mantelstärke nicht gleich, sondern wird den auftretenden Kräften angepasst. Gewöhnlich werden daher mehrere Entwürfe aufgestellt und derjenige gewählt, sowie seine Höhe und Bodendurchmesser ermittelt, dessen Kosten und Hubhöhe die günstigsten sind.

Die Blechstärke δ des zylindrischen Mantels berechnet sich nach der Formel:

14. $$\delta = \frac{p \cdot r}{k_z},$$

worin p den Wasserdruck; k_z die zulässige Zugspannung (800 kg/qcm) bedeutet und r in Zentimeter einzusetzen ist. Aus praktischen Gründen wird jedoch der gefundene Wert um 0,3 bis 0,5 cm vergrössert.

Beispiel: Ein eiserner Behälter von 7,50 m Tiefe und 10 m halbem Durchmesser hat einen Bodendruck p in einer Tiefe t auszuhalten, wenn ein Kubikmeter Wasser 1000 kg wiegt:

$$p = 1000 \cdot F \cdot t$$

oder auf 1 qcm:

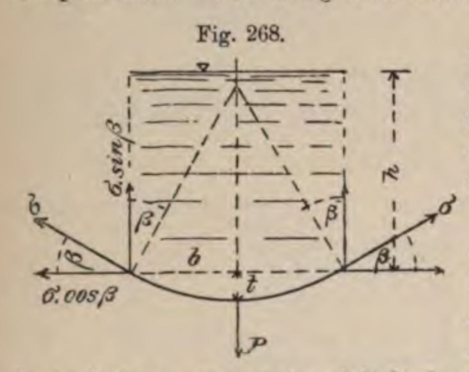
$$\frac{1000 \cdot t}{10000} = \frac{t}{10} = \frac{7{,}50}{10}.$$

Mithin ist die Blechstärke

$$\delta = \frac{7{,}50 \cdot 1000}{10 \cdot 800} = 0{,}94 \text{ cm}.$$

Zu dieser theoretischen Blechstärke 0,3 bis 0,5 cm hinzugezählt, ergibt für die praktische Ausführung eine solche von rd. 1,25 bis 1,45 cm.

Fig. 268.



Allgemein werden jedoch nicht flache, sondern durchhängende Böden, welche die Form eines Kugelabschnitts erhalten, angewendet (Fig. 268). Die Spannungen in einem solchen kugelförmigen Boden ermitteln sich wie folgt:

Der untere Teil des Bodens sei in einer Entfernung t von seinem tiefsten Punkte durch eine horizontale Linie geschnitten; dann lastet auf diesem abgeschnittenen Bodenteile eine Wassermenge P, deren Grösse man aus dem Inhalt des Zylinders und des Kugelabschnitts ermittelt. Die in einem Meter der Schnittlinie auftretende tangentiale Kraft sei σ; dann muss zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts bekanntlich die Summe der senkrechten Kräfte gleich Null, d. h.

$$2\,b \cdot \sigma \cdot \pi \cdot \sin\beta = P \text{ oder:}$$

15. $$\sigma = \frac{P}{2\,b \cdot \pi \cdot \sin\beta}$$

sein. An Stelle eines Kugelabschnitts kann man auch näherungsweise ein Paraboloid setzen und erhält dann:

$$Q = b^2 \cdot \pi \cdot h \cdot \gamma + \frac{b^2 \cdot \pi \cdot t}{2} \cdot \gamma = b^2 \cdot \pi \left(h + \frac{t}{2}\right) \gamma;$$

worin γ das Gewicht von 1 cbm Wasser = 1000 kg ist.

Aus Formel 15 ermittelt man dann, da $b = R \cdot \sin \beta$ ist:

16. $$\sigma = \frac{R \cdot \sin \beta \left(h + \frac{t}{2}\right) \gamma}{2 \cdot \sin \beta} = \frac{R}{2}\left(h + \frac{x}{2}\right) \gamma.$$

Beispiel: Für einen zylindrischen Behälter mit kugelförmigem Boden, einem Durchmesser von 18 m, einer Gesamthöhe h von 8 m und R = 15 m, berechnet sich für den tiefsten Kreis:

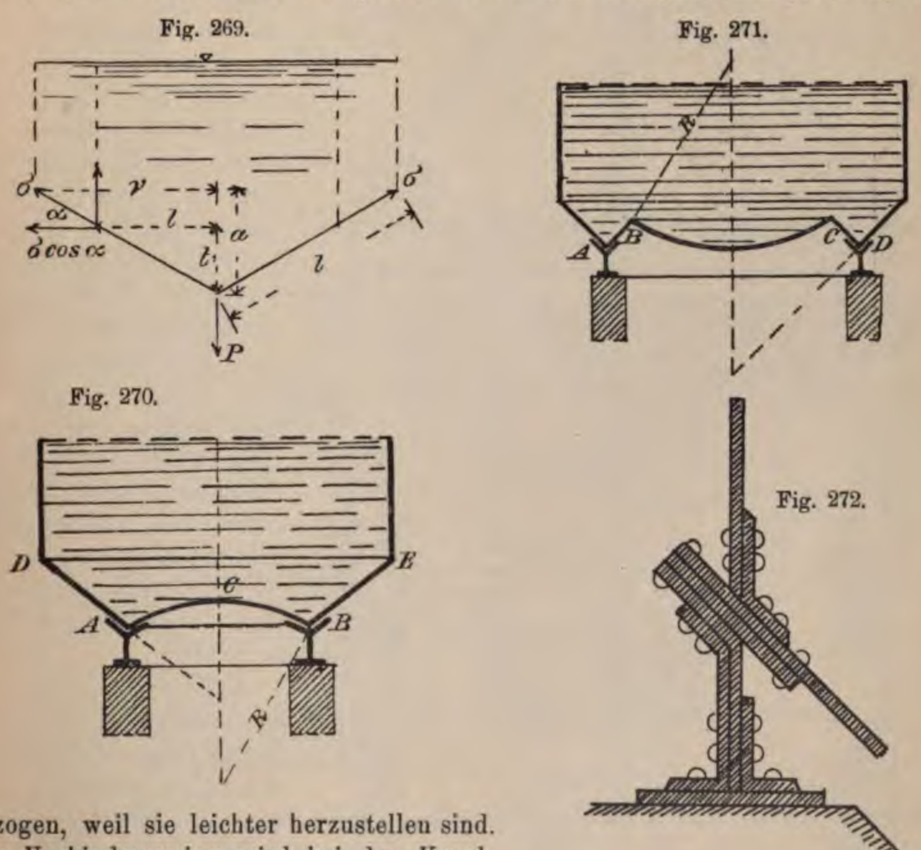
$$\sigma = \frac{15}{2} \cdot 8{,}0 \cdot 1000 = 60000 \text{ kg für einen Meter}$$

oder 600 kg für ein Zentimeter.

Beträgt die zulässige Beanspruchung 800 kg/qcm, so ergibt sich eine Blechstärke $\delta = \frac{600}{800} = 0{,}75$ cm, welche man aus praktischen Gründen auf 1,2 cm = 12 mm erhöhen wird.

Am Zusammenschluss von Mantel und Boden wird der letztere durch einen eisernen Auflagerring unterstützt, welcher auf der Unterlage aufruht.

Bisweilen werden den Kugelböden die Kegelböden trotz ihrer grösseren Spannungen und des durch die grössere Oberfläche erzeugten Mehrgewichts, vor-



gezogen, weil sie leichter herzustellen sind. Der Verbindungsring wird bei den Kegelböden nach den Vorschriften von Intze nicht an dem Zusammenschluss von Zylindermantel und Boden, sondern tiefer angeordnet.

Die Tangentialspannung σ (Fig. 269) ist:

17. $$\sigma = \gamma \cdot \frac{1}{2\,x} \cdot b\left(h - \frac{2}{3}\,t\right)$$

und die Ringspannung s berechnet sich nach der Formel:

18. $$s = \gamma\ \frac{(h - t)}{\sin\alpha} \cdot b = \gamma\ \frac{1}{x}\ b\left(h - t\right)$$

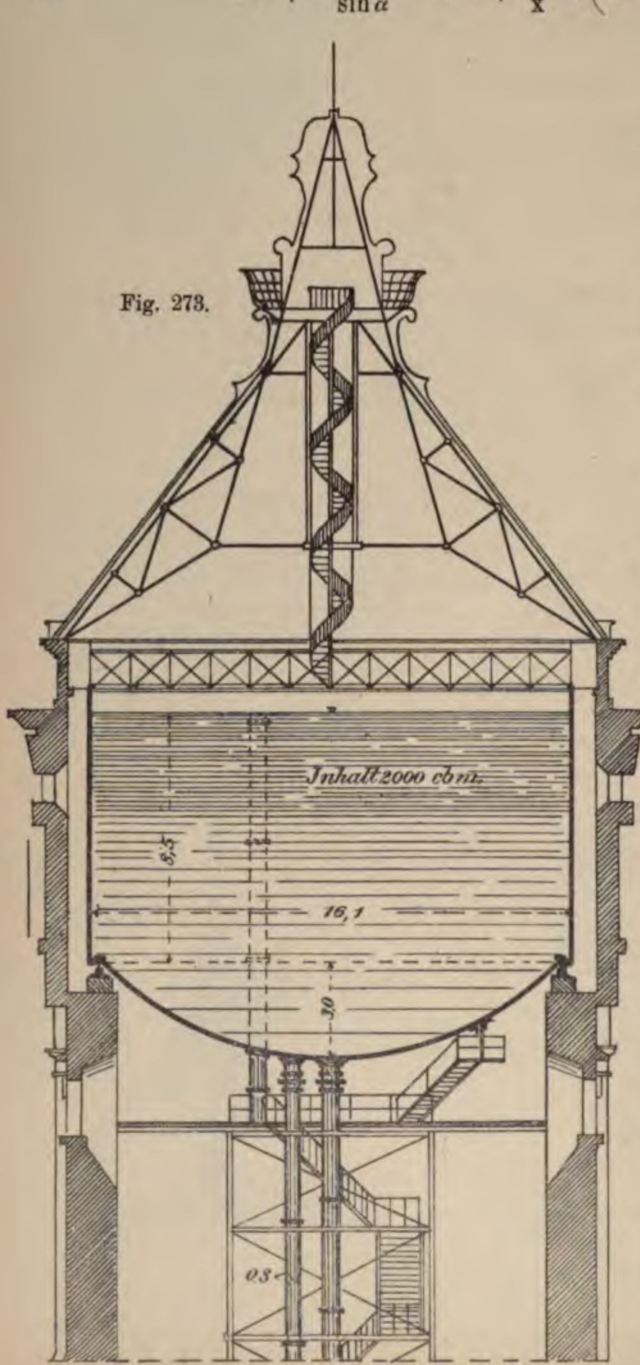


Fig. 273.

Wird der Kegelboden über das Auflager hinaus verlängert, dann ermittelt man die Spannung aus der Formel:

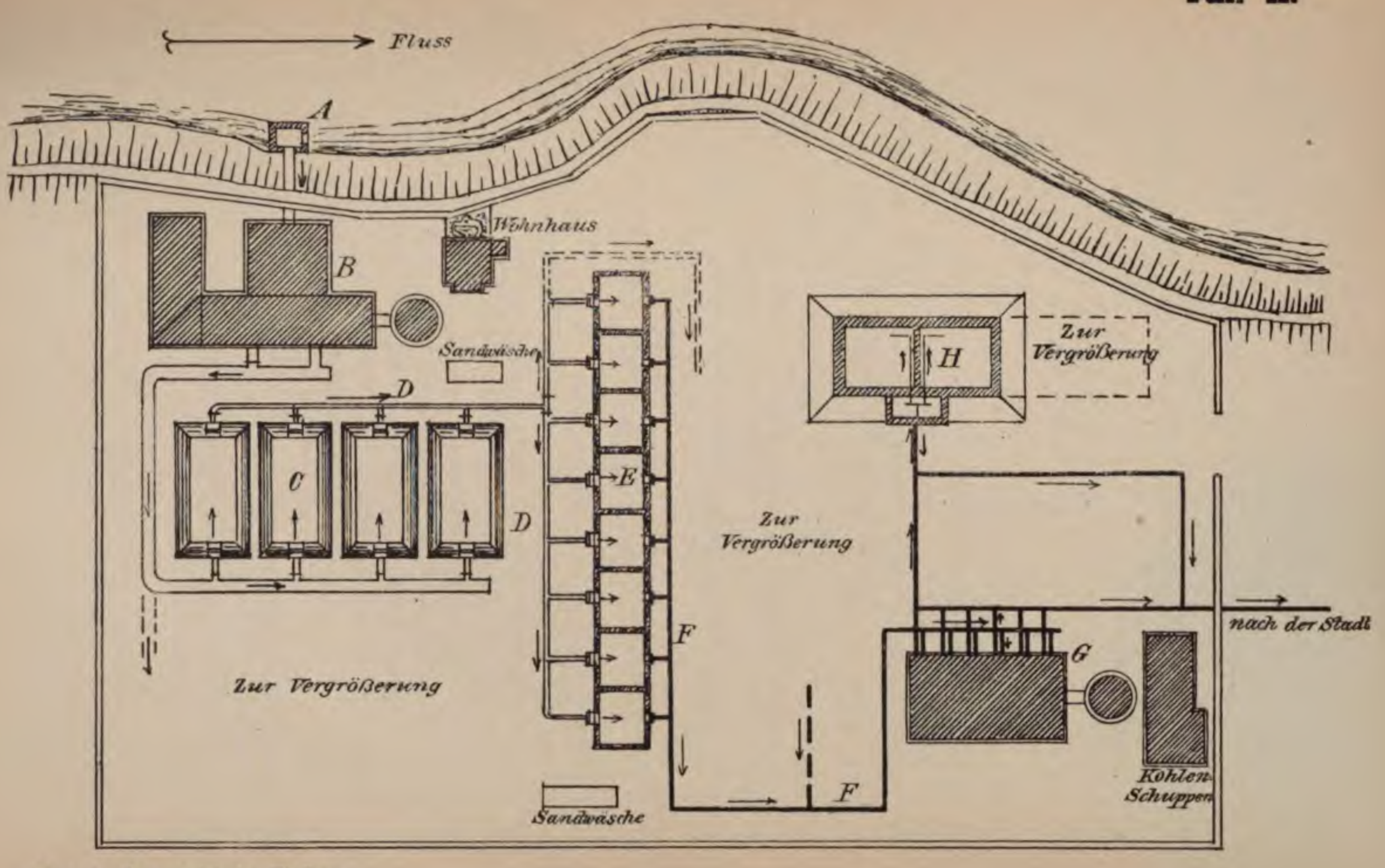
19. $P = 2\,b \cdot \sigma \cdot \pi \cdot \sin\alpha.$

Wird ein Gegenboden (Fig. 270) A C B gewählt, dann entsteht ein spannungsloser Zustand, weil die Kraft des Gegenbodens A C B den Auflagerring auseinanderschiebt, der stützende Kegelboden A D E B ihn aber zusammendrückt. Dasselbe gilt auch bei einer Bodenanordnung nach Fig. 271. Die Auflagerringe können aus Gusseisen, werden aber, der grösseren Dauerhaftigkeit wegen, meist aus Schmiedeeisen hergestellt (Fig. 272).

Fig. 273 zeigt den Hochbehälter der Stadt Mannheim, dem mehrfach erwähnten Werke von Oesten & Frühling, Taf. 7, Fig. 8, entnommen.

Die Behälter sind gegen Rost durch einen Anstrich zu schützen.

Die Kosten für einen Erdbehälter betragen für 1 cbm Inhalt durchschnittlich 18 bis 20 Mark und für einen eisernen Hochbehälter durchschnittlich 90 bis 110 Mark. Jedoch kommt bei den Hochbehältern auch


Fluss
A
B
Wohnhaus
Sandwäsche
D
C
D
E
Zur Vergrößerung
Zur Vergrößerung
H
Zur Vergrößerung
F
F
Sandwäsche
G
Kohlen-Schuppen
nach der Stadt

sehr viel auf die mehr oder weniger reiche Ausstattung des gewöhnlich gemauerten Unterbaues an.

Im Unterbau, welcher in Stockwerke geteilt ist, wird ausser einer durch alle Stockwerke bis über den Hochbehälter führenden Treppe, welche meist in den Stockwerken massiv, am Hochbehälter aus Eisen hergestellt ist, die Schieberkammer und eine Wohnung für den Aufseher angeordnet.

D. Anordnung der Baulichkeiten auf einem Wasserwerke.

Taf. 2 zeigt in schematischer Darstellung die auf einem Wasserwerk erforderlichen Bauten und zwar ist der Fall angenommen, dass Oberflächenwasser aus dem benachbarten Flusslauf entnommen wird.

A ist die Wasserentnahmestelle.

B ist das Pumpwerk, welches das Wasser in die Ablagerungsbecken C überpumpt. Von hier geht das Wasser durch die gewöhnlich bedeckten Kanäle D nach den Filtern E. Nunmehr gelangt es durch den Reinwasserkanal F zum eigentlichen Pumpwerk G, welches es zum Teil unmittelbar in die Versorgungsleitung, zum Teil in den Ausgleichungsbehälter H drückt.

Ausserdem sind ein Beamtenwohnhaus, ein Kohlenschuppen und Sandwäschen zum Waschen des Filtersandes vorhanden.

Die Verteilung der einzelnen Baulichkeiten auf dem Bauplatze ist unter Berücksichtigung der Forderung erfolgt, dass jederzeit eine Vergrösserung einzelner Teile des Werkes erfolgen kann, ohne dass der Betrieb gestört wird oder Bauwerke abgebrochen werden müssen.

E. Die Verteilungsleitungen.

Vorbemerkung: Ueber die Bestimmung der Wassergeschwindigkeiten, der Wassermengen, Querschnittsbestimmungen usw. befinden sich ausführliche Angaben mit Beispielen im Abschnitt 5 dieses Buches, sowie in „Deutsch, Der Wasserbau“, Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig. Ebenso sei in bezug auf die bei der Wasserversorgung der Gebäude vorkommenden Leitungen und sonstigen Anlagen, wie Auslauf- und Durchlaufhähne, Küchenausgüsse und Spüleinrichtungen, Waschbecken und Waschständer, Badeeinrichtungen usw. auf das vorzügliche Werk: „Prof. Opderbecke, Die allgemeine Baukunde“, Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig, verwiesen.

Die Rohrleitungen sind gewöhnlich in ihrem ganzen Querschnitt gefüllt, sie stehen daher unter ständigem, allseitigem Druck, d. h. das Wasser drückt auch gegen den Rohrscheitel, weshalb die Rohrmäntel so konstruiert werden müssen, dass sie der durch den Wasserdrnck in ihnen erzeugten Zugspannung Widerstand leisten.

Als Material kommt demnach nur Schmiedeeisen, Gusseisen oder Blei in Frage. Schmiedeeiserne Rohre werden in neuerer Zeit nur da angewendet, wo sie auch auf Biegung (z. B. bei den Dükeranlagen) beansprucht werden, Blei kommt nur in Hausleitungen vor, während zu den Strassenrohren fast ausschliesslich Gusseisen genommen wird.

Wie bereits früher erwähnt, soll die Geschwindigkeit des Wassers in eisernen Rohrleitungen nicht mehr als 3,0 m betragen, sie wird aber aus wirtschaftlichen Gründen gewöhnlich zu 0,50 bis 1,50 m angenommen.

Bei Anordnung der Rohrleitungen unterscheidet man das Verästelungssystem (Fig. 274) und das Kreislaufsystem (Fig. 275).

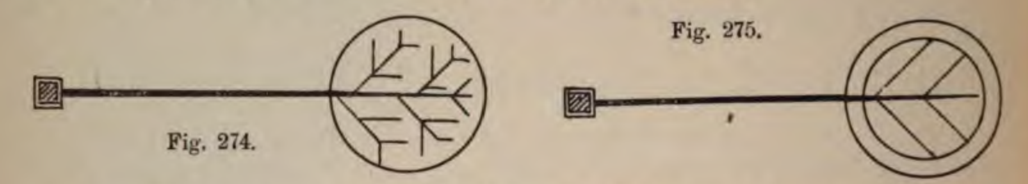


Fig. 274. Fig. 275.

Das Verästelungssystem hat den Nachteil, dass bei Unterbrechung des Wasserzuflusses an irgend einer Stelle, z. B. infolge eines Rohrbruchs, die sämtlichen unterhalb dieser Stelle belegenen Grundstücke kein Wasser erhalten können, was namentlich bei Feuersgefahr sehr unangenehm werden kann. Ein weiterer Nachteil ist der, dass, wenn an einer Stelle des Versorgungsgebiets ein starker Wasserverbrauch eintritt, in der weiteren Umgebung eine Druckverminderung, d. h. eine geringere Wasserabgabe eintritt.

Anders beim Kreislaufsystem. Hier findet die Versorgung von verschiedenen Seiten statt, die Druckschwankungen sind daher weniger bemerkbar und man kann eine Stelle absperren, ohne den Nachbargrundstücken und der Feuerwehr ebenfalls das Wasser entziehen zu müssen

Andererseits ist das Kreislaufsystem in der Anlage teurer als das Verästelungssystem, während es diesem gegenüber wieder den Vorzug besitzt, sich leichter vergrössern zu lassen, als das letztere.

Fig. 276 stellt die Anordnung eines Knotenpunktes beim Kreislaufsystem dar. Jeder Strang muss behufs Vornahme von Ausbesserungs- und Reinigungsarbeiten durch Schieber für sich abgeschlossen und durch Ablasshähne oder Ablassschieber entleert werden können. Die Ablassschieber liegen zweckmäfsig an Kreuzungspunkten, falls diese eine genügend tiefe Lage haben. In dem höher gelegenen Teile des Leitungsnetzes sind Lufthähne zum Ein- und Auslassen der

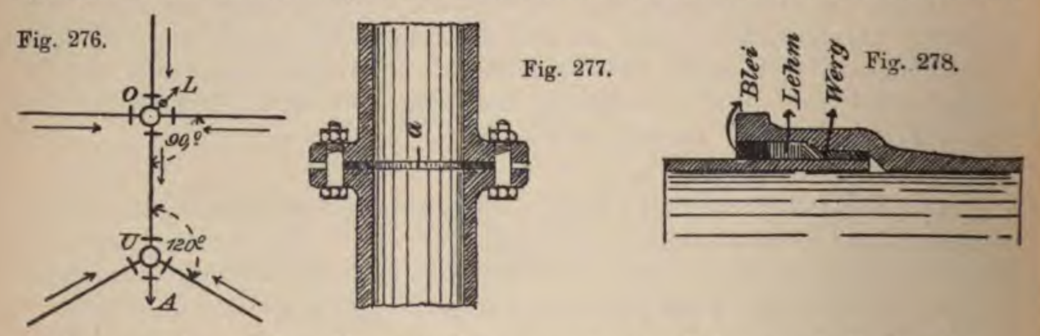


Fig. 276. Fig. 277. Fig. 278.

Luft anzuordnen. Die Absperrschieber, sowie die Ablass- und die Lufthähne, werden in kleinen gemauerten Schächten — den Teilkästen — untergebracht. In Fig. 276 ist O der obere Teilkasten, in welchem ein Lufthahn L, und U der untere Teilkasten, in welchem ein Ablassschieber A untergebracht ist. Die Pfeile deuten die Richtung des Gefälles an.

Ueber die Abmessungen der Eisen-, Blei-, Mannesmann- usw. Rohre, sowie der gleich zu besprechenden Formstücke, siehe „Deutsch, Der Wasserbau, II. Teil, die Tabellen auf Seite 156 bis 168“, Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig.

Zur Verbindung der gusseisernen Rohre dienen Flanschen — allerdings, weil zu teuer, selten — (Fig. 277) oder Muffen (Fig. 278). Die Dichtung der Flanschen geschieht durch mit Leinöl getränkte Pappdeckel (a) und die der Muffenverbindungen dadurch, dass zwischen Muffe und Schwanzende Werg bis zur halben Muffe eingetrieben wird, auf welchen ein Lehmring folgt und dann Blei eingegossen wird.

Um eine Oxydation der Rohre zu verhüten, werden sie längere Zeit auf 180° erhitzt und dann mit kochendem Asphalt überzogen.

In schwimmendem Boden oder bei grosser Auflast oder Erschütterungen werden schmiedeeiserne Rohre verwandt, deren Naht durch eine Lasche gedeckt ist (Fig. 279). Die Verbindungsflanschen bestehen aus aufgenieteten Winkeleisen.

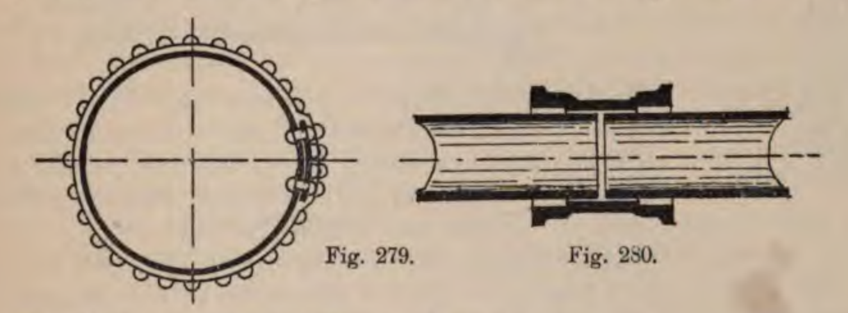


Fig. 279. Fig. 280.

Als „Fassonstücke“ oder Formstücke kommen vor:

1. Ueberschieber (Fig. 280), welche bei grösseren Undichtigkeiten verwandt werden oder wenn es sich um das Einlegen eines neuen Rohres handelt.

2. Winkelstücke (Fig. 281), welche, ebenso wie die

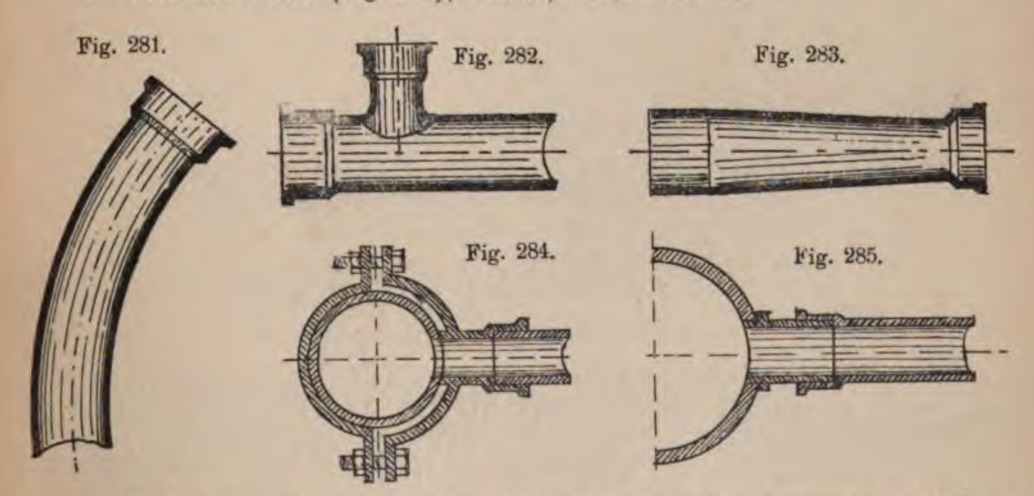


Fig. 281. Fig. 282. Fig. 283. Fig. 284. Fig. 285.

3. ┬-Stücke (Fig. 282), beim Anschluss seitlicher Leitungen eingelegt werden. Die Abzweigung kann auch schiefwinkelig sein.

4. Taper (Fig. 283). Diese gebraucht man zur Vermittelung von Profilübergängen.

Der Anschluss an die Hauptleitung erfolgt entweder mit Rohrschellen (Fig. 284) oder mit Sauger (Fig. 285).

Zur Wasserentnahme für öffentliche Zwecke sind alle 50 bis 100 m Hydranten, auch Wasserpfosten oder Feuerhähne genannt, anzuordnen. Die Konstruktion derselben ist sehr verschieden, Fig. 286 stellt einen einarmigen Hydranten mit Handentleerung dar, wie er von der Firma Bopp & Reuther in Mannheim-Waldhof ausgeführt wird.

Fig. 286.



Um an einzelnen Punkten in das Innere der Leitung gelangen zu können, werden Spundrohre (Fig. 287) eingelegt und durch Einsteigeschächte zugänglich gemacht.

Fig. 287.



Die Herstellung der Baugrube erfolgt ähnlich wie bei den im folgenden Abschnitt besprochenen Kanalisationsanlagen. Im gewachsenen Boden wird sie jedoch nur im oberen Teile abgesteift. Alle 4 bis 6 m bleiben Querdämme stehen, welche beim Legen der Leitung durchstochen werden.

Die Verlegung der Rohre geschieht zweckmäfsig bergauf mit nach oben gerichteten Muffen, ihre Tiefenlage unter der Erdoberfläche beträgt gewöhnlich 1,50 m. Sie werden meist mit Hilfe vierbeiniger Windeböcke in die Baugrube hinabgelassen.

Ueber Düker- und Heberanlagen siehe ebenfalls den folgenden Abschnitt.

Fünfter Abschnitt.

Die Entwässerungsanlagen der Städte.

A. Die abzuführenden Wassermengen.

1. Die Brauchwassermenge.

Unter Brauchwasser versteht man alle Schmutzwässer, welche im menschlichen Haushalt, einschl. der Abflussstoffe aus Spülaborten, im Gewerbebetriebe, sowie bei der Verwendung des Wassers zu öffentlichen Zwecken entstehen.

Von einzelnen Ausnahmen abgesehen, schwankt — wie bereits im vorigen Abschnitt ausführlich angegeben ist — der durchschnittliche Wasserverbrauch in Deutschland zwischen 55 und 135 l für den Tag und den Kopf der Bevölkerung, als Mittel werden fast allgemein 100 l angenommen.

Von diesem mittleren Verbrauch rechnet man 10 Proz., gleich 10 l, als höchsten Stundenverbrauch oder für je 1000 Bewohner

$$\frac{10 \cdot 1000}{3600} = \textbf{2,78 oder rd. 3 Sekundenliter.}$$

Ebensowenig wie bei den Wasserversorgungsanlagen wird auch bei den Entwässerungsanlagen nur das augenblickliche Bedürfnis berücksichtigt, vielmehr wird der ganze Entwurf darauf basiert, dass die Anlage auch noch während eines längeren Zeitabschnittes der sich vermehrenden Bevölkerung genügt.

Die Bestimmung der künftigen Bevölkerung, für welche die Kanalisationsanlagen noch ausreichen sollen, bestimmt sich wieder nach der auf Seite 3 angegebenen Formel 1:

$$E_1 = E\left(1 + \frac{p}{100}\right)^x.$$

Als grösster Wert für x sind hierbei 40 Jahre anzunehmen, darüber hinauszugehen, empfiehlt sich aus wirtschaftlichen Gründen nicht. Der Wert von p wird in jedem einzelnen Fall von der zu entwässernden Stadt nach einem eine bestimmte Reihe von Jahren umfassenden Durchschnitt angegeben oder nach den von dieser zu stellenden Unterlagen berechnet werden.

Ferner ist bei Bestimmung der Schmutzwasser — oder, wie sie auch heissen, Abwassermengen, die Dichtigkeit der Bebauung zu berücksichtigen und zwar nennt man einen Stadtteil

dicht bebaut, wenn mehr als 250 Menschen,
mitteldicht bebaut, wenn 125 bis 250 Menschen und
weiträumig oder landhausmäfsig bebaut, wenn weniger als 125 Menschen auf 1 ha wohnen.

Unter der obigen Annahme, dass jeder Einwohner stündlich 10 l Wasser verbraucht, liefern an Schmutzwasser:

100	Einwohner	rund	0,3	Sek./Lit.	für	das	Hektar
200	„	„	0,6	„	„	„	„
300	„	„	0,9	„	„	„	„
400	„	„	1,2	„	„	„	„ usw.

Die Annahme, dass durchschnittlich jeder Bewohner einer Stadt 100 l Wasser täglich verbraucht, trifft aber allgemein nur bei Grossstädten mit über 100000 Einwohnern zu, in kleineren Städten ist der Wasserverbrauch geringer und beträgt etwa:

in	Landstädten	bis	zu	10000	Einwohnern	50 l
„	Kleinstädten	„	„	25000	„	60 l
„	Mittelstädten	„	„	50000	„	70 l
„	„	„	„	75000	„	80 l
„	„	„	„	90000	„	90 l

Unberücksichtigt gelassen sind bei vorstehenden Angaben — also auch bei den 100 l der Grossstädte — grosse, viel Wasser verbrauchende Fabriken, Springbrunnen usw., deren Abwassermengen gesondert zu ermitteln und an der betreffenden Stelle des Leitungsnetzes zu berücksichtigen sind.

Eine genaue Kenntnis der Brauchwassermengen ist nur dann erforderlich, wenn das Brauch- und Regenwasser in getrennten Leitungen abgeführt werden soll, wenn das Kanalwasser künstlich gehoben werden muss und bei Anordnung von Berieselungs- und sonstigen Abwasserreinigungs-Anlagen. In den über-

wiegenden Fällen, in denen das Regenwasser gemeinsam mit dem Brauchwasser in einer Leitung abgeführt wird, nimmt das letztere einen so geringen Prozentsatz der Gesamtwassermenge ein, dass ein etwaiger Fehler in der Bestimmung der Brauchwassermenge ohne sonderlichen Einfluss auf die Grösse der Querschnitte des Leitungsnetzes ist.

2. Die Regenwassermenge.

Bei der Bestimmung der Regenwassermenge kommen nur die kurzen, viel Wasser niederschlagenden Sturzregen in Betracht, während die längere Zeit andauernden Landregen unberücksichtigt bleiben, obgleich sie während ihrer längeren Dauer häufig mehr Wasser führen als die Sturzregen. Da sich aber diese Regenwassermenge auf einen längeren Zeitraum verteilt, auf die Zeiteinheit aber bedeutend geringere Wassermengen entfallen, so wird jede Rohrleitung, welche die grossen, plötzlich auftretenden Sturzwassermengen beseitigt, auch die Landregenmengen schadlos abführen. Daher bleiben letztere unberücksichtigt.

Die Stärke der auf einer Fläche — gewöhnlich 1 ha — niederfallenden Regenmenge wird bekanntlich durch die Höhe der Wasserschicht gemessen, welche sich in einer Stunde, oder neuerdings rechnet man in einer Minute, bei gleichmäſsiger Fortdauer des Regens ansammeln würde.

Mit der Feststellung, wieviel Millimeter hoch der Regen in einer Stunde bezw. Minute auf 1 ha sich aufschichten würde, kann man aber bei der Bestimmung der Kanalquerschnitte nicht viel anfangen, vielmehr muss man die Rechnung mit der Wassermenge des Regens, d. h. mit der Literzahl, welche bei gleichmäſsiger Regendauer in einer Sekunde auf 1 ha niederfällt, vornehmen.

Wenn man nicht eigene Regenmessungen anstellen will, so erfährt man von jeder meteorologischen Station, wie hoch die Jahres-, Tages-, Stunden- usw. Niederschläge der betreffenden Gegend sind, und kann dann die Sekundenliterzahl danach bestimmen, dass ein Millimeter stündlicher Regenhöhe einer Wassermenge von:

$$\frac{10000}{3600} = \mathbf{2{,}78\ l\ in\ der\ Sekunde}$$

oder ein Millimeter minutlicher Regenhöhe einer solchen von

$$2{,}78 \cdot 60 = \mathbf{167\ Sekundenliter}$$

entspricht.

Bei Nichtberücksichtigung der Regen unter 3 Minuten Dauer beobachtete Professor Dr. Börnstein auf dem Dach der landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin in den zehn Jahren von 1884 bis 1893 folgende Regenfälle:

40	Regen	von	20	bis	25	mm in der Stunde	oder	55,6	bis	69,4	Sl/ha*)
17	„	„	25,2	„	30	„ „ „	„	70	„	83,3	„
15	„	„	30,3	„	40	„ „ „	„	84	„	111,1	„
5	„	„	40,3	„	50	„ „ „	„	112	„	138,9	„
7	„	„	50,4	„	60	„ „ „	„	140	„	166,7	„
5	„		über		60	„ „ „	„		über	166,7	„

Die Dauer dieser Regen schwankte zwischen 3 und 36 Minuten und betrug im Durchschnitt 10 Minuten.

*) Sl/ha = Sekundenliter für das Hektar.

Im übrigen wird über die Niederschläge im allgemeinen, die Regenmessungen usw. auf „Deutsch, Der Wasserbau,“ I. Teil, Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig, verwiesen.

Würde man der Berechnung der Kanalquerschnitte die grössten beobachteten Regenmengen (Sturzregen) zugrunde legen, so würde man in den meisten Fällen Kanäle von solchen Abmessungen erhalten, dass sie entweder überhaupt nicht ausführbar oder aber, wenn ausführbar, viel zu teuer würden, als dass der Nutzen, den sie gewähren, die höheren Anlagekosten rechtfertigt. Denn derartige Kanäle würden nur zeitweise voll in Anspruch genommen werden, weil, wie aus obiger Tabelle hervorgeht, starke Regen nur verhältnismäfsig selten auftreten. Man legt daher der Berechnung der Kanalquerschnitte kleinere Regenmengen zugrunde und nimmt dafür lieber eine zeitweise Ueberschwemmung der Strassen in Kauf.

Für deutsche Verhältnisse genügt die Annahme eines Regenfalls von 70 bis 120 l in der Sekunde und der Zeitdauer dieses Regens 15 bis 30 Minuten. Ganz allgemein ist es in Deutschland üblich, eine **sekundliche Regenmenge von 90 bis 100 l und als Zeitdauer** des eine solche Wassermenge bringenden Regens **20 Minuten** anzunehmen.

Diese Regen haben gewöhnlich nur ein kleines Verbreitungsgebiet, auch wechselt innerhalb desselben ihre Stärke. Würde man daher annehmen, dass die angenommene Höchststärke von 90 bis 100 l sich gleichmäfsig über die ganze Fläche — das Niederschlagsgebiet — verteilt, so würde man zu hoch rechnen und zwar umsomehr, je länger der Kanal ist. Man führt daher einen Reduktionskoeffizienten φ ein, dessen Grösse von der Kanallänge l abhängig ist und dessen Wert Herr Geheimrat Frühling in Dresden wie folgt berechnet*):

20. $$\varphi = 1 - 0{,}005 \sqrt{e}$$

Man erhält daraus für:

l = 100	200	300	400	500	600	700	800
φ = 0,95	0,93	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86
l = 900	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000 m
φ = 0,85	0,84	0,81	0,78	0,75	0,73	0,70	0,68

Würde z B. eine grösste Regenmenge von 100 Sl./ha zugrunde gelegt, so sind bei einer 500 m langen Strecke nur

$$0{,}89 \cdot 100 = 89 \text{ Sek./L.}$$

für die Berechnung des Querschnitts am unteren Ende in Ansatz zu bringen.

Von dieser Regenmenge gelangt aber auch nur ein Teil in die Kanäle, da ein Teil derselben verdunstet, ein anderer versickert. Während auf die Verdunstung nicht Rücksicht genommen zu werden braucht, ist die Versickerung von grossem Einfluss auf die Grösse des Kanalquerschnittes und ihre Grösse abhängig von der Beschaffenheit der Oberfläche des Niederschlagsgebiets.

Nach Frühling (Die Entwässerung der Städte von A. Frühling, Leipzig 1903, Verlag von Wilhelm Engelmann), welcher diesen Versickerungskoeffizienten mit ψ und die Regenmenge mit q bezeichnet, kann man für ψ setzen:

*) Aus dem Katalog der Deutschen Ton- und Steinzeugwerke in Münsterberg in Schles.

1. Für	Metall-, glasierte Pfannen- und Schieferdächer	$\psi = 0{,}95 \cdot q$
2. „	gewöhnliche Pfannen- und Pappdächer	$\psi = 0{,}9 \cdot q$
3. „	Holzzementdächer, je nach der Art der Herstellung	$\psi = 0{,}5 - 0{,}7 \cdot q$
4. „	Asphaltpflaster und dicht abgedeckte Fusswege	$\psi = 0{,}85 - 0{,}9 \cdot q$
5. „	fugendichtes Pflaster aus Stein oder Holz	$\psi = 0{,}8 - 0{,}85 \cdot q$
6. „	Reihenpflaster mit nicht gedichteten Fugen	$\psi = 0{,}5 - 0{,}7 \cdot q$
7. „	Schiebe-, Kopfstein-, Rundstein- und Mosaikpflaster	$\psi = 0{,}4 - 0{,}5 \cdot q$
8. „	Steinschlagbahn	$\psi = 0{,}25 - 0{,}45 \cdot q$
9. „	Kieswege	$\psi = 0{,}15 - 0{,}30 \cdot q$

und bei grösseren Gebieten:

1. Für	den alten, dicht bebauten Kern der Städte	$\psi = 0{,}7 - 0{,}9 \cdot q$
2. „	die anschliessenden Viertel, sowie für die Stadtteile mit geschlossener Bebauung	$\psi = 0{,}5 - 0{,}7 \cdot q$
3. „	die Stadtviertel mit offener Bebauung	$\psi = 0{,}25 - 0{,}5 \cdot q$
4. „	Uebungsplätze, die unbebauten Flächen der Bahnhöfe und dergl.	$\psi = 0{,}1 - 0{,}3 \cdot q$
5. „	Anlagen, Gartenflächen, sowie die nach dem Stadtgebiet entwässernden Wiesen und Aecker, je nach Gefälle und Beschaffenheit des Untergrundes	$\psi = 0{,}05 - 0{,}25 \cdot q$
6. „	die nach dem Stadtgebiet entwässernden Waldflächen	$\psi = 0{,}01 - 0{,}20 \cdot q$

Es gelangt also von der niederfallenden Regenmenge R nur ein Teil und zwar

21. $$R = q \cdot \varphi \psi$$

in die Kanäle.

Natürlich gelangt diese Regenmenge auch nicht auf einmal in die Kanäle. Denn wenn die Regendauer geringer ist als die Zeit, welche das Regenwasser braucht, um den Kanal zu durchfliessen, so wird das letzte Regenwasser erst dann am Ende des Kanals ankommen, wenn der Regen bereits aufgehört hat.

Man wird also demnach die ganze nach vorstehender Formel sich ergebende Abflussmenge nur für die obere Strecke des Kanals in Rechnung zu ziehen haben, für die untere jedoch mit einer Verzögerung im Abfluss des Regenwassers rechnen.

Die Länge l, auf welche die ganze Wassermenge R bei der Querschnittsbestimmung der Kanäle zu berücksichtigen ist, ergibt sich aus der bekannten Formel:

22. $$l = 60 \cdot v \cdot t;$$

worin v die Geschwindigkeit des Wassers in der Sekunde und t die Regendauer in Minuten angibt.

Beispiel: Für eine Regendauer von 30 Minuten bei einer Geschwindigkeit von 0,8 m ergibt sich:

$$l = 60 \cdot 0{,}8 \cdot 30 = 1440 \text{ m},$$

d. h. auf eine Länge von 1440 m muss der Kanal die volle Wassermenge

$$q \cdot \varphi \cdot \psi$$

führen können, während darüber hinaus eine Verzögerung im Abfluss eintritt, welche, wenn nicht anderweitige grössere Zuflüsse aus kurzen Kanälen dies er-

forderlich machen, eine Vergrösserung des Kanalquerschnitts erübrigt (siehe das Beispiel auf Seite 166 bis 168).

Früher allgemein, jetzt aber nur noch von gedankenlos arbeitenden Kanalisationstechnikern wurde eine Formel angewendet, welche nur die Fläche F des zu entwässernden Gebiets und seine Neigung, nicht aber die Länge des Kanals, die Geschwindigkeit des in diesem fliessenden Wassers und die Regendauer berücksichtigte, während es ohne weiteres einleuchtet, dass die letztgenannten Faktoren für die Bestimmung des sogenannten Verzögerungskoeffizienten ausschlaggebend sind.

Die Formel lautet, je nach der Grösse des Gefälles der Fläche F:

23. $$\frac{R}{\sqrt[4]{F}} \text{ oder } \frac{R}{\sqrt[5]{F}} \text{ oder } \frac{R}{\sqrt[6]{F}}$$

worin R die nach Formel 21 ermittelte Regenabflussmenge für 1 ha ist.

3. Das Grundwasser.

Von grossem Vorteil ist es, wenn man die Kanalisationsleitungen dazu benutzen kann, um unter hohem Grundwasserstande leidende Stadtteile dadurch trocken zu legen, dass man das Grundwasser in den Kanälen ableitet. Da sich aber die Menge des abzuführenden Grundwassers selten genau bestimmen lässt, so vernachlässigt man bei der Berechnung der abzuführenden Wassermengen dieses gewöhnlich. Nur für den Fall, dass das Kanalwasser künstlich gehoben werden muss, ist es dringend erwünscht, um die Leistung der Pumpen möglichst genau bestimmen zu können, auch die Menge des zu hebenden Grundwassers kennen zu lernen.

Um den Pumpenbetrieb möglichst einzuschränken, empfiehlt es sich, das Stadtgebiet in zwei Abflusszonen zu teilen (Fig. 288), von denen der Stammkanal (so nennt man den Hauptableitungskanal) der oberen Zone das Wasser mit natür-

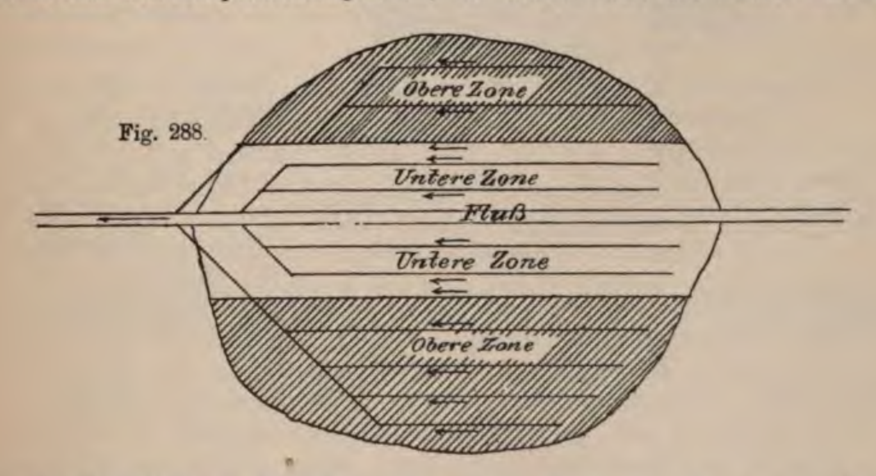


Fig. 288.

lichem Gefälle ableitet, während das der unteren Zone entweder immer oder nur bei hohem Wasserstande des Vorfluters gepumpt werden muss. Ausführliches über das Grundwasser, dessen Messungen usw. ist in „Deutsch, Der Wasserbau“, I. Teil, Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig, zu finden.

4. Bestimmung der abzuführenden Gesamtwassermenge.

Hat man die Leitungsstrecken in die einzelnen Strassen des Stadtplanes eingetragen und die auf die einzelnen Leitungen entfallenden Wassermengen auf Grund der bisherigen Ausführungen ermittelt, so werden die Wässer der in einen Hauptkanal entwässernden Einzelleitungen zusammengezählt und die Berechnung der Kanalquerschnitte kann beginnen.

Zählt man aber, mit dem Anfangspunkte beginnend, die einzelnen Wassermengen ohne weiteres zusammen, so würde man bald so grosse Wassermengen erhalten, dass Kanalquerschnitte erforderlich wären, die niemals benutzt werden und meist auch gar nicht ausführbar sind.

Der Grund, weshalb man nicht die ganzen Einzelwassermengen in Rechnung zu ziehen hat, liegt in der im Kapital 2 auseinandergesetzten Verzögerung im Abfluss, welche bedingt, dass die Wässer nicht zu gleicher Zeit durch ein Kanalprofil, sondern voreinander abfliessen.

In welcher Weise die Berechnung der durch den Kanal abfliessenden Wassermengen geschieht, möge nachfolgendes Beispiel klarlegen, welches der Bauinspektor a. D. Knauff, Dozent an der Technischen Hochschule in Charlottenburg, im Katalog der Deutschen Steinzeugwarenfabrik für Kanalisations- und Chemische Industrie in Friedrichsfeld in Baden (Jahrgang 1905) mitteilt:

Das schematische Stadtbild (Fig. 289) enthält sieben Entwässerungsgebiete A bis G, welche in den Stammkanal a_2 — P entwässern. Mit P ist die Pumpstation bezeichnet, welcher die Wässer auf dem kürzesten Wege zugeführt werden müssen und welche sie zur endgültigen Beseitigung weiter schafft (siehe Abschn. 6).

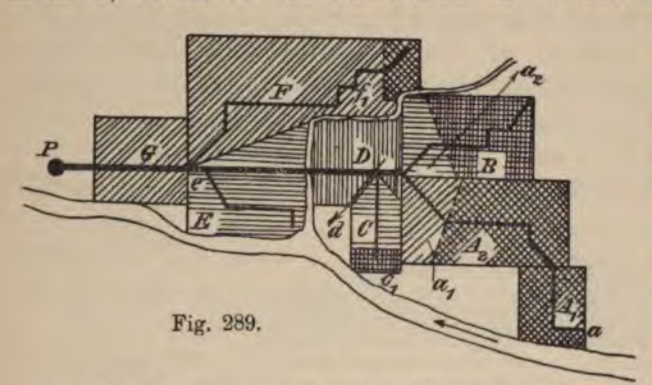


Fig. 289.

A_1 = 20 ha/400 L. A_2 = 50 ha/1200 L. B = 40 ha/960 L.
C = 15 ha/540 L. D = 25 ha/1100 L. E = 38 ha/912 L.
F = 90 ha/1800 L. G = 28 ha/560 L.

„Hat man den Stadtregen in einem bestimmten Fall mit 80 Sec./L., die Abflussmengen der Gebiete A_1, A_2, B bis G entsprechend mit 20, 24, 24, 36, 44, 24, 20 und 20 Sec./L. und die Regendauer auf 20 Minuten = 1200 Sek. festgesetzt, und nimmt man an, dass sich die Wasseradern im gefüllten Leitungsnetz mit der Durchschnittsgeschwindigkeit von 1,10 m vorwärts bewegen, so hat das am Kopfende a des Sammlers A einfliessende Wasser am Ende des Regens den Weg

$$1200 \cdot 1{,}10 = 1320 \text{ m}$$

zurückgelegt und befindet sich bei a_1 einschliesslich der unterwegs hinzugekommenen Wassermengen, die der Grösse des Entwässerungsgebietes bis dahin entsprechen. Es sind dies 1288 l von 57 ha.

Fliessen diese 1288 l über a_1 hinaus weiter, so treten ihnen, da der Regen aufgehört hat, keine weiteren Zuflüsse hinzu. Die Sammelstrecke $a_1 - a_2$ braucht also nur den bei a_1 erforderlichen Querschnitt zu erhalten, nicht aber den, der

der ganzen Sammlerfläche A von 70 ha Grösse mit 1600 l Abflussmenge entspricht.

Der Sammler B ist kürzer als die typische Strecke (d. h. die vorgenannten 1320 m). Er führt also schon vor dem Ende des Regens der Stelle a_1 die gesamten 960 l seines 40 ha grossen Gebietes zu.

Bei a_2 können sich nur summieren: die von a_1 kommenden 1288 l und diejenige Wassermenge des Sammlers B, die beim Aufhören des Regens sich in ihm ebenso weit von a_2 entfernt befindet, als a_2 von a_1. Ist $a_2 b_1 = a_2 a_1$, so sind bei b_1 672 l von 28 ha Zuflussgebiet des Sammlerteils $b\,b_1$ und es treffen bei a_2 zusammen und müssen gemeinsam in der Sammlerstrecke $d\,a_2$ fortgeführt werden

$$1288 + 672 = 1960 \text{ l}$$

Die eigenen Zuflüsse der Strecke $d\,a_2$ (und e d) kommen nach Aufhören des Regens nicht in Betracht, da sie vor der von a_2 kommenden Wassermenge herziehen.

Bei d kommt zu den 1960 l diejenige Wassermenge des Sammlers G hinzu, die beim Aufhören des Regens sich bei c_1 befand, falls $d\,c_1 = d\,a_1 = d\,b_1$ ist. Bis c_1 haben sich vom 15 ha grossen Sammlergebiet C mit 540 l summiert 144 l von 4 ha, sie bilden bei d mit jenen 1960 l die Wassermenge 2104 l, die für die Sammlerstrecke e d der Gebiete D und E in Frage kommt.

Bei e kann der von d kommenden Wassermenge von 210 l nur diejenige Wassermenge des Sammlers F hinzutreten, die von e ebenso weit entfernt ist, als e von a_1. Wenn $e\,f_1 = e\,a_1$ ist, so befinden sich bei f_1 beim Regenende vom 90 ha grossen Sammlergebiet mit 1800 l nur 120 l von 6 ha.

Der Stammkanal (so nennt man bekanntlich, wie bereits früher erwähnt, denjenigen Teil des Hauptsammlers, der die gesamten Stadtabwässer ohne nennenswerte eigene seitliche Zuflüsse abführen muss) P e hat sonach $2104 + 120 \text{ l} = 2224$ l Sammelwassermenge von 95 ha Stadtfläche abzuleiten und nicht etwa

7472 l Abwassermenge

von 306 ha Grundfläche, von der also 5248 l (ohne die Berechnung des Hauptsammlers zu beeinflussen) vereinzelt vor den 2224 l abzogen".

Ist, wie es meistens der Fall sein wird, die Geschwindigkeit des Wassers in den verschiedenen Leitungen nicht gleich (in unserem Beispiel 1,10 m), sondern verschieden, so müssen natürlich auch für jeden Sammler die verschiedenen typischen Strecken ermittelt werden.

„Fliessen, beispielsweise, die Wässer im 2000 m langen Sammler F mit $v = 0{,}60$ m (in der Sekunde) ab, so ist zunächst die typische Leitungsstrecke nur

$$1200 \cdot 0{,}60 = 720 \text{ m lang.}$$

Das Ende dieser Strecke, vom Kopfende an gerechnet, befindet sich dann etwa links des Buchstabens f_1 in der Zeichnung. Die bis hierhin entwässernde Fläche ist etwa 24 ha gross, somit ihre Abflussmenge $24 \cdot 20 = 480$ l. Diese 480 l bestimmen den Querschnitt des Sammlers F auf $2000 - 720 = 1280$ m Länge bis e hin.

Aus Gebiet F können sich bei Punkt e aber nur diejenigen Wassermengen den von d ankommenden 2104 l des Hauptsammlers anschliessen, die nach Aufhören des Regens dieselbe Abflusszeit hatten, die die Wassermengen im Haupt-

sammler hatten, um von a_1 — nach Aufhören des Regens — nach e zu gelangen. Der Weg $e a_1$ ist 1700 m lang, die Abflusszeit bei v = 1,1 m, 1546 Sekunden.

Um diese 1546 Sekunden auch im Sammler F bei v = 0,6 m nach Aufhören des Regens zu gebrauchen, ist eine Sammlerlänge von 1546 · 0,6 = 928 m erforderlich. Am Ende des Regens waren die 480 l Regenwässer 720 m vom Kopfende entfernt und befanden sich links von f_1 der Zeichnung. Wenn sie nun noch 928 m zurücklegen, so befinden sie sich 720 + 928 = 1648 m vom Kopfende entfernt, haben also das Ende des 2000 m langen Sammlers F bei e noch nicht erreicht. Die Wässer müssen dazu noch die Strecke von 2000 — 1648 = 352 m zurücklegen und $\frac{352}{0,6} = 59$ Sekunden Zeit verbrauchen, dann aber sind die 2104 l bei e schon vorbeigeflossen und die 480 l von F werden im Sammler eine etwas geringere Wassermenge antreffen, die sich übrigens berechnen lässt.

Aus praktischen Gründen wird man natürlich Zeitunterschiede bis etwa zu drei Minuten nicht scharf in Rechnung stellen können und so würde man im eben erörterten Fall von l ab als Gesamtwassermenge des Stammkanals

$$2104 + 480 = 2584 \text{ l.}$$

annehmen, anstatt 2224 l, wie zuerst ermittelt wurde“.

B. Anordnung des Kanalnetzes.

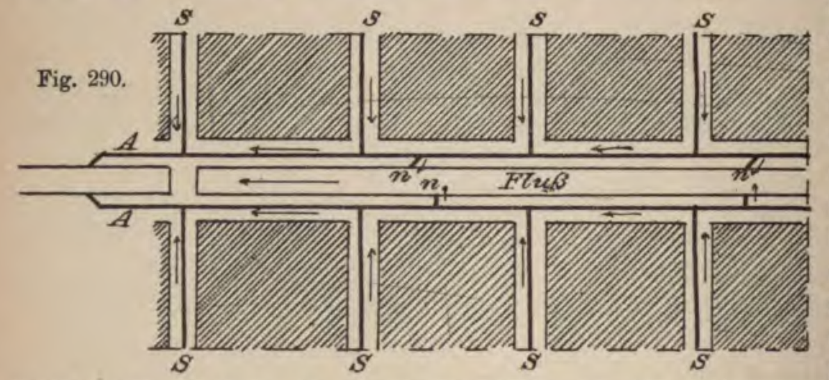
Bei der Anordnung der Lage der Kanäle im Entwässerungsgebiet ist als Hauptgrundsatz eine möglichst rasche Entfernung aller Abwässer auf dem kürzesten Wege aus diesem anzusehen. Hierbei wird man sich im allgemeinen dem Gefälle der Oberfläche anschliessen können oder man muss, wie bereits früher erwähnt, das Entwässerungsgebiet in Zonen teilen und einen teilweisen Pumpenbetrieb einführen.

Unter Berücksichtigung der Oberflächengestaltung des Entwässerungsgebiets unterscheidet man folgende Fälle in der Anordnung der Kanäle:

1. Das Abfangsystem.

Durchzieht ein Fluss die zu entwässernde Stadt, so wird das Gelände nach den beiden Flussufern hin fallen. Die Sammelkanäle S liegen dann im stärksten Gefälle (Fig. 290) und leiten ihr Wasser in den auf beiden Flussufern erbauten Abfangkanal A, welcher die gesamten Abwässer an einer Stelle unterhalb der Stadt an den Flusslauf abgibt. In den Abfangkanal müssen von Zeit zu Zeit sogenannte Regen- oder Notauslässe n eingebaut werden, welche in

Fig. 290.



Wirksamkeit treten, sobald bei sehr starken Regengüssen oder wenn ein vorhergegangener Sturzregen die Kanäle bereits gefüllt hat und diesen immer neue Wassermengen zugeführt werden, die Kanäle eine grössere Wassermenge führen müssen, als sie rechnerisch führen können. Auch bei künstlichen Reinigungsanlagen (Abschnitt 6) legt man oft Notauslässe an, um die Reinigungsanlage mit den grossen Mengen Abwasser nicht zu belasten.

Diese Entlastung der Kanäle bezw. Reinigungsanlagen durch die Regenauslässe (Fig. 291) erfolgt meist selbsttätig, indem in der Höhe des Wasserstandes, bei welchem der Kanal

das x + 1 fache

des Brauchwassers führt, eine Ueberfallschwelle angebracht wird, über welche hinweg das verdünnte Wasser durch den Notauslass abfliesst. Der Wert von x schwankt gewöhnlich zwischen 1 bis 5, je nach der Wassermenge, der Abflussgeschwindigkeit des Wassers und der zulässigen Benutzung, sowie der Wasserführung des als Vorfluter dienenden öffentlichen Wasserlaufes. Auch kommt die Lage der Auslaufstelle, d. h. ob in der Stadt oder unterhalb derselben, in Betracht. Die Entlastung ist möglichst gleichmäſsig über das Kanalnetz zu verteilen.

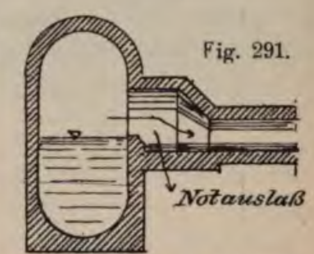


Fig. 291.

Die früher übliche Anordnung, die Sammler S unmittelbar am Flusslauf endigen zu lassen, empfiehlt sich nicht, da die Einführung der Schmutzwässer fast immer, bestimmt aber im Sommer, zu grossen Unzuträglichkeiten für die Anwohner und das Fischleben führen kann.

2. Das Fächersystem.

Kann man bei gleichmäſsig abfallendem Gelände das Abfangsystem nicht anwenden, sei es, dass die Abfangkanäle wegen zu schlechten Baugrundes oder weil sie zu tief gelegt werden müssen, gar nicht oder nur unter sehr hohen Kosten ausgeführt werden können, so legt man die Sammler parallel zum Flusslauf und leitet sie in einen Stammkanal, welcher sich an der Peripherie des Entwässerungsgebietes entlang zieht (Figur 292).

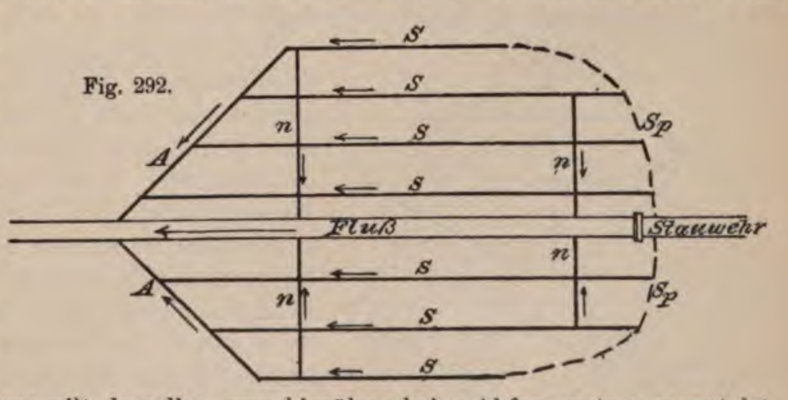


Fig. 292.

Ueber die auch bei diesem System erforderlichen Regenauslässe gilt dasselbe, was hierüber beim Abfangsystem gesagt ist.

Da die Sammler (S) hier senkrecht zum stärksten Gefälle liegen, so wird es nicht immer möglich sein, ihnen eine solche Lage zu geben, dass das Wasser sie ständig mit einer solchen Geschwindigkeit durchfliesst, die das Absetzen mitgeführter fester Stoffe, wie Sand, Papier, Kotballen usw. verhindert. Es muss daher von Zeit zu Zeit eine Durchspülung der Kanäle stattfinden.

Dies kann beim Fächersystem nun in der Weise geschehen, dass die oberen Enden der Sammler durch eine Spülleitung (Sp) miteinander verbunden werden, welche den Kanälen aus dem Flusslaufe Wasser zuführt und diese durchspült.

3. Das Verästelungssystem.

Dieses gelangt bei wechselndem Gefälle der Oberfläche zur Anwendung (Fig. 293). Die zweckmäſsige Anordnung der Strassen- und Sammelkanäle ist hierbei ziemlich schwierig und entspricht ungefähr den Anordnungen, wie sie beim Bau landwirtschaftlicher Entwässerungsanlagen*) zu beachten sind. Meist ist beim Verästelungssystem zur Bestimmung der besten Ausnutzung des Gefälles ein Höhenschichtenplan anzufertigen. Gewöhnlich werden sich dann mehrere Wasserscheiden ergeben, durch welche das ganze Entwässerungsgebiet in einzelne Sammelgebiete geteilt wird. Jedes dieser Sammelgebiete erhält dann, und zwar meist an seiner tiefsten Stelle, einen Sammler (S). Bei grösseren Gebieten sind mehrere Sammler erforderlich, welche dann ihr Wasser wieder in einen Hauptsammler (HS) leiten, worauf dasselbe zur endgültigen Beseitigung in den Stammkanal (St) gelangt.

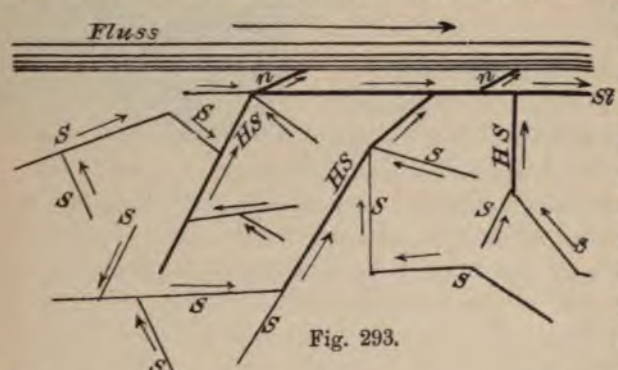


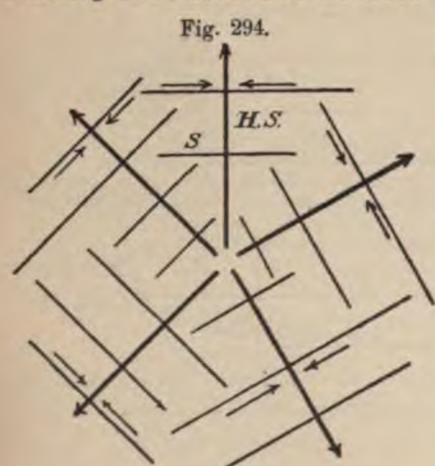
Fig. 293.

Was bisher über Notauslässe und Spülung der Kanäle gesagt ist, gilt auch beim Verästelungssystem.

4. Das Radialsystem.

Hierbei wird das ganze Entwässerungsgebiet in einzelne vollkommen selbständig entwässernde Gebiete zerlegt (Fig. 294). Es wird das Radialsystem daher in solchen grossen Städten Verwendung finden, deren Bevölkerung rasch wächst. Da jedes System eine ganz selbständige Entwässerungsanlage bildet, so wird das einzelne System durch die wachsenden Wassermengen der übrigen Stadtbezirke, durch unter Umständen in einzelnen Bezirken notwendige Hebung der Wässer usw. nicht beeinflusst. Dadurch wird man aber meist mit kleineren Kanalprofilen und geringeren Baukosten auskommen.

Fig. 294.



Auch hier gilt das über Notauslässe und Spülungen bereits früher Gesagte.

*) Näheres hierüber findet man in „Reich, Das Meliorationswesen,“ Leipzig 1905, Verlag von W. Engelmann.

5. Anordnung der Strassenleitungen.

Ueber die zweckmäfsigste Anordnung der Leitungen in den Strassenzügen ist das Erforderliche bereits im 2. Abschnitt, Strassenbau, unter „Unterbringung der Versorgungsleitungen" auf Seite 102 und flgde. gesagt. In engen Strassen, woselbst die Zuleitungen von den einzelnen Grundstücken nicht lang werden, empfiehlt es sich, einen Rohrstrang zu legen, bei breiten und verkehrsreichen Strassen liegen zweckmäfsig zwei Leitungen und zwar an jeder Strassenseite je eine Leitung.

In schmalen Strassen liegt daher die Leitung meist unter der Mitte des Fahrdammes, während man die beiden Leitungen breiter Strassen gern unter den Bürgersteigen unterbringt.

Die Tiefenlage der Leitungen in den Strassen ist im allgemeinen abhängig von der Lage der tiefsten zu entwässernden Stellen; dies sind gewöhnlich die Kellersohlen.

Hieraus ergibt sich eine Tiefe des Anfangspunktes der Strassenleitung unter der Oberfläche von gewöhnlich 3,00 m. Wird jedoch auf eine Entwässerung der Keller verzichtet, so genügt es, die Leitungen frostfrei zu legen. Dies geschieht, wenn der Scheitel der Leitungen wenigstens 0,80 m unter der Oberfläche der Strasse liegt.

C. Die verschiedenen Querschnitte für Strassenleitungen.

Als Querschnittsform der Leitungen kommen gewöhnlich folgende vier Profile vor:

1. Kreisprofile, als Rohrleitungen. Dieselben werden aus Ton, Steinzeug oder Zement hergestellt. Sie erhalten für Strassenleitungen einen Durchmesser von 24 bis 55, nie aber über 60 cm und für Hausleitungen gewöhnlich 10 bis 16 cm.

Strassenkanäle für die gemeinsame Abführung von Haus- und Regenwasser sollen keine geringere lichte Weite als 24 cm haben, nur auf kurze Strecken sind bei sehr gutem Gefälle noch Rohrweiten bis zu 20 cm herab zulässig.

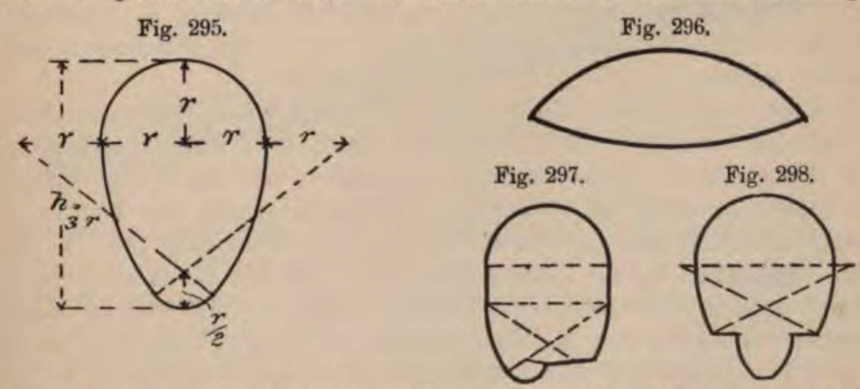


Fig. 295. Fig. 296. Fig. 297. Fig. 298.

2. Symmetrische Kanalprofile, wie in Fig. 291 auf Seite 169 dargestellt ist.

3. Eiprofile (Fig. 295), gewöhnlich aus Ziegelsteinen oder Zementbeton hergestellt. Sie finden meist dann erst Anwendung, wenn Kreisprofile zur Führung des Wassers nicht mehr ausreichen.

Sollen eiförmige Kanäle durch einen Arbeiter bekrochen werden können, so müssen sie mindestens 0,90 m hoch und 0,60 m breit sein, während die lichte Weite begehbarer Kanäle wenigstens 1,20 × 0,80 m betragen soll.

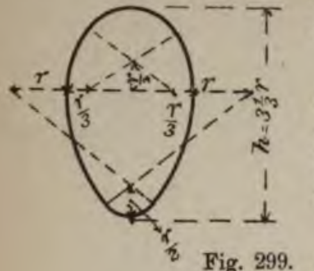


Fig. 299.

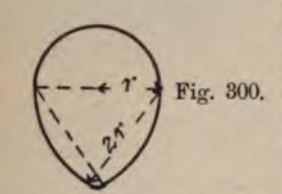


Fig. 300.

4. Flache Profile (Fig. 296). Sie sind überall da anzuwenden, wo wenig Konstruktionshöhe vorhanden ist, also bei den Notauslässen, Kreuzungen grösserer Profile mit anderen Leitungen, bei nicht vollkommen frostfreier Lage usw.

Die Begehbarkeit und Reinhaltung grösserer Kanäle wird durch Anordnung von Fusswegen (Fig. 297 und 298), welche 15 bis 20 cm über dem gewöhnlichen Niedrigwasser liegen oder durch Anwendung eines überhöhten Eiprofils (Fig. 299) erleichtert. Bei beschränkter Bauhöhe kann man auch das gedrückte Eiprofil (Fig. 300) anwenden.

D. Gefälle und Berechnung des Kanalnetzes.

1. Die Kanäle.

Das Gefälle der Leitungen ist bedingt durch die Oberflächengestaltung, die notwendige Tiefenlage unter der Strassenoberfläche und die Lage des Sammelgebiets zu der Mündungsstelle des Hauptkanals.

Um zu verhindern, dass sich vom Wasser mitgeführte Schwimmstoffe zu Boden schlagen oder an den Wandungen haften bleiben, muss das Wasser in den Leitungen stets mit einer Geschwindigkeit von wenigstens 0,60 bis 0,75 m in der Sekunde dahinfliessen. Ist die Geschwindigkeit geringer, so muss die Leitung zeitweise gespült werden — was sich übrigens auch schon bei dem vorstehend angegebenen Mindestgefälle von 0,60 m meist empfehlen wird — während bei grösseren Geschwindigkeiten, wie 1,00 Meter, die Leitungen oft trocken laufen und von stark sandhaltigem Abwasser die Wandungen derselben angegriffen werden.

Eine dauernde Selbstreinigung der Leitungen findet aber auch bei einer Geschwindigkeit von 0,60 bis 0,75 m nicht statt, wenn nicht zugleich eine genügende Wassertiefe — Schwimmtiefe genannt — zur Abführung der schwimmenden Stoffe vorhanden ist. Als kleinste Schwimmtiefe werden 2 m angesehen.

Nach „Frühling, Die Entwässerung der Städte“, Leipzig 1901, Verlag von Wilhelm Engelmann, hat die Erfahrung ergeben, dass bei Annahme kreisförmiger Querschnitte und mittlerer Brauchwassermengen folgende Gefälle als die günstigsten zu betrachten sind, um den zur Fortbewegung der mitgeführten und zur Weiterspülung der abgelagerten Stoffe erforderlichen Zustand möglichst oft herbeizuführen:

a) Hauswasserkanäle	von 0,10 bis 0,125 m	lichter Weite	zwischen	1:15	und	1:30
b) „	„ 0,15	„	„	1:20	„	1:50
c) Strassenkanäle	bis 0,30	„	„	1:30	„	1:150
d) „	von 0,30 bis 0,60	„	„	1:50	„	1:200

Im allgemeinen kann man sagen, dass das Mindestgefälle bei Hausanschlussleitungen nicht weniger als 1:50 und für Strassenkanäle nicht weniger als 1:150 betragen soll, damit noch eine selbsttätige Spülung stattfinden kann.

In ebenem Gelände ist man mitunter gezwungen, ein kleineres Gefälle anzunehmen, doch soll dasselbe nie weniger als 1:500 betragen, wobei dann durch eine künstliche kräftige Spülung für dauernde Reinhaltung der Leitungen zu sorgen ist.

Für eiförmige Nebensammler beträgt das Gefälle zwischen 1:100 und 1:300, während man bei Hauptsammlern und Stammkanälen bis 1:1000 oder bei künstlicher Spülung im ersteren Falle bis zu 1:1000 und im letzteren bis 1:2000, unter Umständen auch bis 1:3000 herabgehen kann.

Da man aber auch über das vorstehend aufgeführte Höchstgefälle nicht viel hinausgehen kann, so muss man in steilen Strassen das Gefälle durch sogen. Absturze vermitteln.

Bei den Gefällberechnungen kommt stets das Wasserspiegelgefälle in Betracht, hierbei sind zwei Fälle zu unterscheiden:

1. Die Sohle bildet eine gerade durchlaufende Linie, während die Scheitel der Kanäle abgetreppt sind (Fig. 301) oder umgekehrt.

2. Die Scheitel der Kanäle bilden eine gerade durchlaufende Linie, während ihre Sohle abgetreppt ist (Fig. 302).

Fig. 301.

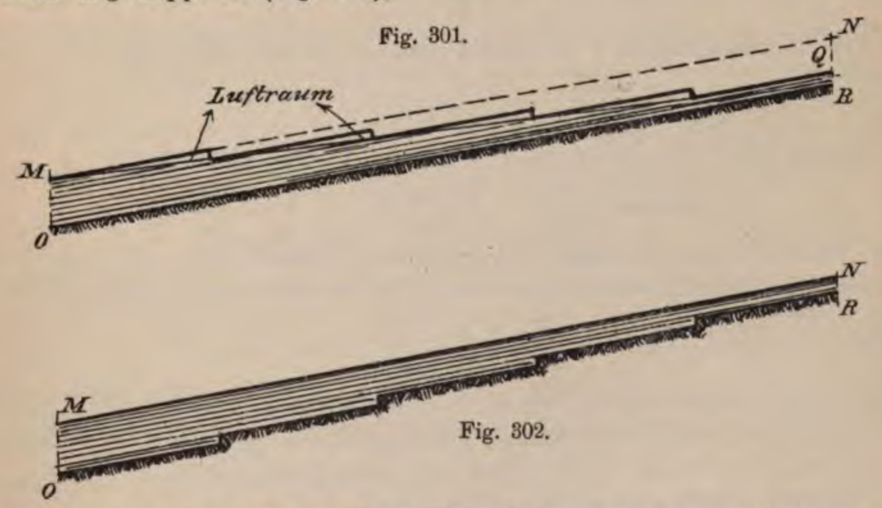


Fig. 302.

Im ersteren Falle wird das Wasserspiegelgefälle die Linie M N bilden, d. h., wenn der volle Kanalquerschnitt ausgenutzt werden soll, wird ein Teil der Kanäle bei Sturzregen entweder unter Ueberdruck arbeiten oder, da man dies nicht wünscht, muss man das Wasserspiegelgefälle auf die Linie M Q ermäſsigen, wobei dann aber eine volle Füllung der Kanäle in ihrer ganzen Länge nicht stattfindet.

Zweckmäſsiger ist es daher, die Anordnung nach Fig. 302 zu treffen, d. h. den mit dem wachsenden Wasserzufluss ebenfalls zunehmenden Leitungsquerschnitten gleiche Scheitelhöhen zu geben und den Höhenunterschied durch Abtreppung der Sohle O R auszugleichen. Es fällt dann das Wasserspiegelgefälle M N mit der Scheitellinie der Leitungen zusammen, d. h. letztere werden in ihrer ganzen Länge gefüllt und erhalten keinen Rückstau.

Bei schwachem Gefälle kann man jedoch den Fall 2 nicht anwenden, sondern ist zur Anwendung von Fall 1 gezwungen, weil dieser eine günstigere Gefällegestaltung zulässt.

Bei der Berechnung des Durchmessers einer Leitung geht man wieder von der bekannten Grundformel

24. $$Q = F \cdot v$$

aus und erhält hieraus

25. $$F = \frac{Q}{v}.$$

Fig. 303.

In diesen Formeln bezeichnet Q die sekundliche Wassermenge in cbm, v die sekundliche Geschwindigkeit in m und F den Querschnitt in qm.

Beim kreisförmigen Querschnitt (Fig. 303) ist bekanntlich

$$F = \frac{d^2 \pi}{4}.$$

Diesen Wert in Formel 25 eingesetzt, gibt

$$\frac{d^2 \pi}{4} = \frac{Q}{v} \quad \text{oder}$$

26. $$d = \sqrt{\frac{4Q}{v \cdot \pi}}.$$

Die Geschwindigkeit v berechnet sich am besten nach der Bazineschen Formel:

27. $$v = c\sqrt{R \cdot J}.$$

Hierin ist R der hydraulische Radius, d. h. der Quotient aus:

$$\frac{\text{wasserhaltendem Querschnitt in qm}}{\text{benetzten Umfang in m}} = \frac{F}{p}$$

J das Wasserspiegelgefälle in der Form eines echten Bruches mit dem Zähler 1 und c ein Koeffizient, welcher meist nach der vereinfachten Kutterschen Formel

28. $$c = \frac{100\sqrt{R}}{b + \sqrt{R}}$$

berechnet wird, worin b eine von der Rauhigkeit der Kanalwandungen abhängige Zahl bezeichnet, welche gewöhnlich — und zwar auch bei eiförmigen Kanälen — zu 0,35, manchmal auch zu 0,40 oder 0,45 angenommen wird.

Da beim vollständig gefüllten Kreisprofil:

$$R = \frac{\frac{d^2 \pi}{4}}{d \cdot \pi} = \frac{d}{4}$$

ist, so erhält man bei diesem für v den Wert:

29. $$v = \frac{50\, d\sqrt{J}}{2b + \sqrt{d}}$$

Das Eiprofil gelangt gewöhnlich nach den in Figur 295 gegebenen Verhältniszahlen zur Ausführung, wobei

$$p = 2{,}64\, h$$

ist. Der Querschnitt beträgt:

$$F = 0{,}51\, h^2 \text{ und } R = 0{,}193\, h.$$

Demnach wird:

30. $$v = \frac{44\,h\sqrt{J}}{2{,}27\,b + \sqrt{h}}$$

Da d und h noch zu suchen sind, so ist die Berechnung des Wertes von c ziemlich umständlich. Man verwendet daher entweder Tabellen, z. B. die graphisch-logarithmischen von Frank oder die graphischen von Gerhard, Hobrecht u. a. oder die Zahlen-Tabellen von Frühling, Knauff u. a.

Eine sehr einfache und leicht anwendbare, dabei zuverlässige Resultate ergebende Tabelle für die gebräuchlichen Abmessungen der kreis- und eiförmigen Kanäle hat Herr Geheimer Baurat A. Frühling, Professor an der Technischen Hochschule in Dresden, im Katalog der Deutschen Ton- und Steinzeugwerke in Münsterberg in Schlesien veröffentlicht. Mit freundlicher Erlaubnis des Herrn Verfassers und der Münsterberger Fabrik sind in nachstehendem die Tabellen für volle Füllung und für teilweise Füllung, sowie die dazu gehörigen Beispiele aufgenommen:

I. Kreiskanäle bei voller Füllung.

d =	0,1	0,125	0,15	0,175	0,20	0,225	0,25	0,27	0,30	0,33	0,35	0,40	0,42	0,45	0,48	0,50
F =	0,008	0,012	0,018	0,024	0,031	0,040	0,049	0,057	0,071	0,086	0,096	0,126	0,139	0,159	0,181	0,196
$\frac{Q^2}{J}$ =	0,0015	0,005	0,015	0,036	0,076	0,147	0,26	0,42	0,72	1,22	1,69	3,56	4,66	6,83	9,82	12,14
d =	0,55	0,60	0,70	0,75	0,80	0,90	1,0	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	2,0	2,50 m		
F =	0,238	0,283	0,385	0,442	0,503	0,626	0,786	0,950	1,131	1,327	1,539	1,767	3,142	4,909 qm		
$\frac{Q^2}{J}$ =	20,51	33,18	76,70	112,2	164,1	301,3	533,6	892,6	1427	2198	3275	4745	22077	72343		

II. Eikanäle bei voller Füllung.

h =	0,3	0,375	0,45	0,525	0,6	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35	1,50	1,65
F =	0,046	0,072	0,103	0,141	0,184	0,287	0,413	0,562	0,734	0,929	1,147	1,388
$\frac{Q^2}{J}$ =	0,201	0,698	1,93	4,52	9,45	32,1	87,1	202,9	418,7	793	1400	2338
h =	1,8	1,95	2,1	2,25	2,4	2,55	2,7	3,0 m				
F =	1,652	1,940	2,250	2,582	2,937	3,316	3,718	4,59 qm				
$\frac{Q^2}{J}$ =	3717	5738	8503	12450	17420	24240	32700	57210				

Beispiele:

1. Eine kreisförmige Leitung, für welche ein Gefälle von 1 : 250 zur Verfügung steht, hat 125 Sek./L. abzuführen.

Wie gross ist ihr Durchmesser?

Hier ist $\frac{Q^2}{J} = 0{,}125^2 \cdot 250 = 3{,}9$.

Nach Tabelle I liegt das zugehörige d zwischen den beiden Werten 0,40 und 0,42 m, von denen man den grösseren für die Ausführung wählen wird.

Die sekundliche Geschwindigkeit lässt sich annähernd berechnen aus:

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{0,125}{0,139} = 0,9 \text{ m.}$$

In Wirklichkeit weicht sie etwas von dieser Zahl ab, weil das 0,42 m weite Rohr nicht ganz gefüllt wird.

2. Statt der kreisförmigen Leitung werde eine eiförmige in Aussicht genommen. Wie gross ist ihre Höhe?

Sucht man $\frac{Q^2}{J} = 3,9$ in Tabelle II auf, so ergibt sich als nächstliegende Zahl 4,52. Ihr entspricht ein Eiprofil von 0,525 m Höhe (und 0,35 m Kämpferbreite), welches etwas zu gross ist, sich jedoch für die Ausführung eignet.

3. Als Notauslass steht ein kreisförmiger Kanal von 1 m Durchmesser und einem Gefälle von 1:1150 zur Verfügung. Wieviel Wasser darf man ihm bei voller Füllung zuweisen?

Nach Tabelle II ist für d = 1 m: $\frac{Q^2}{J} = 533,6$, demnach $Q^2 = \frac{533,6}{1150}$ und $Q = 0,681$ cbm in der Sekunde oder 681 Sek./L.

Die sekundliche Geschwindigkeit wird:

$$v = \frac{0,681}{0,786} = 0,87 \text{ m.}$$

4. Das Anschlussrohr eines grösseren Grundstücks entwässert 650 qm Dach- und 140 qm gepflasterte Hoffläche. Das Spiegelgefälle, welches sich bei voller Füllung des Strassenkanals bildet, beträgt nur 1:120. Es soll berechnet werden, ob die übliche Rohrweite von 0,15 m ausreicht.

Legt man eine grösste Regenmenge von 160 Sek./L. für 1 ha zu Grunde und setzt voraus, dass von den Dächern 90 %, von dem Hofpflaster 60 % des niedergefallenen Regens abfliessen, so sind:

$$\frac{160 \cdot 650 \cdot 0,90}{10000} + \frac{160 \cdot 140 \cdot 0,60}{10000} = 10,7 \text{ Sek./L.}$$

abzuführen. Demnach wird

$$\frac{Q^2}{J} = 0,0107^2 \cdot 120 = 0,0137.$$

Für ein 0,15 m weites Rohr hat man aber nach Tabelle I: $\frac{Q^2}{J} = 0,015$; die Weite reicht also aus.

Die sich bildende Geschwindigkeit ergibt sich zu:

$$v = \frac{0,0107}{0,018} = 0,6 \text{ m.}$$

5. Ein eiförmiger Hauptkanal hat 2300 Sek./L. mit 1:100 abzuführen. Welches sind seine Abmessungen? Hier ist $\frac{Q^2}{J} = 2,3^2 \cdot 1000 = 5290$; man wird also nach Tabelle II ein Profil von 1,95 m Höhe wählen, da für dieses $\frac{Q^2}{J} = 5738$ ist.

6. Einer 50 cm weiten Leitung von 320 m Länge mit einem Sohlengefälle *1:150* soll eine Wassermenge von 310 Sek./L. zugewiesen werden. Es fragt

sich, ob sie diese abzuführen vermag und wenn nicht, welcher Aufstau am oberen Ende entsteht.

Nach Tabelle I ist $\frac{Q^2}{J} = 12,14$, wonach sich für Q = 0,31 cbm J zu $\frac{1}{125}$ ergibt. Das nötige Gefälle übersteigt also das vorhandene und es entsteht ein Aufstau, dessen Grösse am oberen Ende $= 320\left(\frac{1}{125} - \frac{1}{150}\right) = 0,41$ m ist.

Die Weite kreisförmiger Kanäle pflegt bis 30 cm um je 2,5 cm zu steigen; von da bis 80 cm wächst sie um je 5 cm, darüber hinaus bis etwa 1,5 cm um je 10 cm; noch grössere Weiten werden gesondert behandelt. In Berlin und an anderen Orten beträgt die Zunahme der zu den Strassenkanälen verwendeten Rohre je 3 cm (27, 30, 33 bis 60 cm); es sind daher in Tabelle I auch die Werte für d = 0,27, 33, 0,42, 0,48 aufgenommen.

Die kleineren Eikanäle (solche von 0,20 × 0,30 m pflegen die untere Grenze zu bilden) erhalten Höhenabstufungen von 7,5, die grösseren von 15 cm. In Berlin sind solche von 0,9, 1,0, 1,1 . . . . . . 2,0 m Höhe angewandt.

Zur Ermittelung des Abflussvorganges bei teilweiser Füllung der Kanäle dienen die Tabellen III und IV, in welchen die zu den Füllhöhen h_1 gehörigen Wassermengen q und Geschwindigkeiten v als Bruchteile von Q und V bei ganzer Füllung angegeben sind.

III. Kreiskanäle bei teilweiser Füllung.

Füllhöhe h_1 . . =	0,0125	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45 d
Wassermenge q . =	0,0001	0,0008	0,004	0,02	0,04	0,085	0,133	0,19	0,26	0,34	0,42 Q
Geschwindigkeit v =	0,064	0,12	0,21	0,36	0,47	0,59	0,68	0,76	0,83	0,9	0,95 V.
Füllhöhe h_1 . . =	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0 d
Wassermenge q . =	0,5	0,59	0,68	0,77	0,85	0,92	1,02	1,04	1,07	1,08	1,0 Q
Geschwindigkeit v =	1,0	1,04	1,08	1,12	1,13	1,14	1,19	1,15	1,13	1,1	1,0 V.

Aus vorstehender, sowie aus Tabelle IV geht die leicht erklärliche Tatsache hervor, dass bei einer Füllung der Kreiskanäle von 0,91 und der Eikanäle von 0,94 die grösste Wasserführung und bei einer Füllung von 0,83 bezw. 0,85 die grösste Geschwindigkeit herrscht und nicht bei voller Füllung des Kanals.

IV. Eikanäle bei teilweiser Füllung.

Füllhöhe h_1 . . =	0,017	0,033	0,067	0,083	0,111	0,139	0,17	0,195	0,222	0,278 h	
Wassermenge q . =	0,00034	0,0017	0,008	0,012	0,022	0,034	0,05	0,07	0,09	0,14 Q	
Geschwindigkeit v =	0,11	0,19	0,32	0,36	0,44	0,5	0,55	0,6	0,64	0,72 V	
Füllhöhe h_1 . . =	0,333	0,389	0,444	0,5	0,555	0,667	0,722	0,745	0,833	0,917	1,0 h
Wassermenge q . =	0,19	0,26	0,34	0,42	0,51	0,7	0,8	0,884	0,97	1,05	1,0 Q
Geschwindigkeit v =	0,78	0,85	0,9	0,95	0,99	1,03	1,1	1,105	1,124	1,108	1,0 V

Beispiele:

7. Eine Rohrleitung von 0,5 m Durchmesser führt nach Tabelle I bei dem Gefälle 1:200 eine Wassermenge Q = 246 Sek./L. mit der Geschwindigkeit V = 1,26 m. Wie gross wird die Geschwindigkeit v, wenn die Wassermenge sich auf q = 5 Sek./L. vermindert?

Es ist $\frac{q}{Q} = \frac{5}{246} = 0{,}02$, also nach Spalte 4 der Tabelle III $v = 0{,}36 \cdot 1{,}26 = 0{,}45$ m. Die entsprechende Füllhöhe ergibt sich zu $0{,}1 \cdot 0{,}5 = 0{,}05$ m.

8. Wieviel Wasser führt ein 1,2 m hoher Eikanal bei $J = 1:350$, wenn er bis 0,1 m über den Kämpfer gefüllt ist?

Tabelle II liefert für $\frac{Q^2}{q} = 418{,}7$, demnach $Q = 1094$ Sek./L. Ferner ist $h_1 = \frac{0{,}9}{1{,}2} = 0{,}75$, während die viertletzte Spalte von Tabelle IV für $h_1 = 0{,}745$ den Wert $q = 0{,}884\,Q$ ergibt. Durch Vergleichung mit der Nachbarspalte rechts findet man genauer $q = 0{,}89\,Q = 974$ Sek./L.

9. Der mittlere Trockenwetterabfluss des unter 5. berechneten Hauptkanals von 1,95 m Höhe beträgt 40 Sek./L. In welchem Abstande über der Sohle ist die Schwelle eines Notauslasses anzulegen, wenn dieser bei dreifacher Verdünnung des Brauchwassers, also bei $q = 4 \cdot 40 = 160$ Sek./L., in Tätigkeit treten soll?

Nach Tabelle II ist $\frac{Q^2}{J} = 5738$ und da $J = 1:1000$, so wird $Q = 2400$ Sek./L., demnach $\frac{q}{Q} = \frac{160}{2400} = 0{,}067$. Für diesen Wert ergibt Spalte 8 der Tabelle IV eine Füllhöhe $h_1 = 0{,}195 \cdot 1{,}95 = 0{,}38$ m als die gesuchte Höhe.

Fig. 304.

Die Ermittelung der Zwischenwerte wird erleichtert, wenn man die Zahlen der Tabellen I bis IV zeichnerisch aufträgt, was für häufige Benutzung zu empfehlen ist.

Bei schwachem Gefälle wendet man zweckmäßig das Eiprofil nach Figur 304 an, dessen $F = 0{,}495\,h^2$, $p = 2{,}613\,h$ und demnach $R = 0{,}189\,h$ ist.

Da diese Werte wenig von denen der Fig. 295 abweichen, so ist bei voller Füllung des Querschnitts auch hier die Tabelle II zulässig.

2. Die Notauslässe.

Bei der Anlage von Notauslässen, die selbsttätig in Tätigkeit treten sollen, sobald das Wasser in der Leitung eine bestimmte Verdünnung erreicht hat, muss auf die richtige Bemessung der Höhenlage und der Breite des Ueberfalls geachtet werden.

Die Berechnung der Schwellenhöhe und der Schwellenbreite des Auslasses geschieht nach der bekannten Formel für Ueberfallwehre (Siehe „Deutsch, Der Wasserbau, Teil I“, Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig):

31. $$Q = \frac{2}{3}\mu \cdot b\sqrt{2g}\,(h + k)^{\frac{3}{2}}.$$

Hierin bedeutet Q die sekundlich überfliessende Wassermenge in cbm; h die Ueberfallhöhe; b die gesuchte Ueberfallbreite; $g = 9{,}81$; μ ein Koeffizient, welcher, da der Ueberfall gewöhnlich eine gut abgerundete Form hat, zu 0,75 angenommen werden kann und k die sogenannte Geschwindigkeitshöhe des ankommenden Wassers senkrecht zur Wehrrichtung $= \frac{v^2}{2g} = \frac{v^2}{2 \cdot 9{,}81} = 0{,}051 \cdot v^2$.

Da aber k vernachlässigt werden kann, nimmt man zur Berechnung der Notauslässe die Formel;

32.
$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{2gh}$$

und hieraus:

33.
$$b = \frac{Q}{\frac{2}{3} \mu \cdot h \cdot \sqrt{2gh}}$$

Die nachstehenden beiden Beispiele sind wieder dem vorerwähnten Kataloge entnommen.

10. Es beginne ein Notauslauss seine Tätigkeit bei fünffacher Verdünnung der Brauchwassermenge von 27 Sek./L.; der unterhalb der Auslassstelle weiter führende Kanal A habe 1 : 300 Gefälle und einen eiförmigen Querschnitt 50/75 cm. Höhenlage und Breite der Ueberfallschwelle sind zu bestimmen, wenn sekundlich 1800 L. abgeführt werden sollen.

Die fünffache Verdünnung entspricht einer Gesamtabflussmenge von

$$6 \cdot 27 = 162 \text{ Sek./L.},$$

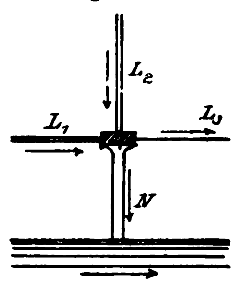
deren Abfluss nach Tabelle IV durch den Kanal A diesen 41 cm hoch anfüllt. Mit der durch diese Füllhöhe bedingten Spiegellage am oberen Ende von A muss auch die Oberkante der Notauslassschwelle übereinstimmen. Die Breite der Ueberfallöffnung bestimmt sich unter der Voraussetzung, dass der Ueberfall ein vollkommener ist, aus Formel 33.

Die Grösse von h möge durch die Rücksicht bestimmt werden, dass ein Ansteigen des Wassers über den Scheitel von A nicht stattfinden darf. Dann ist $h = 0{,}75 - 0{,}41 = 0{,}34$ und

$$b = \frac{1{,}8}{\frac{2}{3} \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}34 \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}34}} = 4{,}0 \text{ m.}$$

Die Breite wird also ziemlich erheblich; sie lässt sich nur einschränken, wenn man eine Vergrösserung der Ueberfallhöhe zulässt. Dadurch wächst indes die durch A abfliessende Wassermenge und die Wirkung der Anlage wird beeinträchtigt. Schon bei $h = 0{,}34$ fliessen, da A vollständig gefüllt wird, durch diesen Kanal 327 Sek./L.*), also $327 - 162 = 165$ Sek./L. mehr ab, als bei Beginn des Ueberlaufs, belasten also unnötig das unterhalb gelegene Kanalnetz.

Fig. 305.



11. Die in Fig. 305 angedeuteten Rohrleitungen L_1 und L_2, welche zusammen 12 Sek./L. Hauswasser führen, sollen durch den Auslass N entlastet werden und es sei zulässig, dass dieser bei einer Verdünnung 1 : 1 seine Tätigkeit beginne. Bei Sturzregen führe $L_1 = 200$, $L_2 = 400$ Sek./L. zu. Wie ist der durch Ueberfall wirkende Auslass anzuordnen, wenn L_3 ein Gefälle 1:300 besitzt?

*) Nach Tabelle II ist $\frac{Q^2}{J}$ für ein Eiprofil von 0,75 m Höhe = 32,1 und da J = 1 : 300, so ergibt sich Q = 0,327 cbm.

Das Wasser muss übertreten, wenn L_3 eine Menge von $2 \cdot 12 = 24$ Sek./L. führt. Wählt man für L_3 ein Rohr von 0,30 m Weite, so wird dasselbe beim Abfluss jener 24 Sek./L. 0,15 m hoch angefüllt, während bei seiner vollen Füllung 49 Sek./L. abfliessen. Der Rücken des Ueberfalls muss also in die Höhe der Rohrachse gelegt werden und wenn man wieder die Bedingung stellt, dass das Wasser nicht über den Scheitel von L_3 ansteigen soll, so beträgt die Ueberfallhöhe 0,15 m. Die durch den Auslass fliessende Wassermenge ergibt sich zu

$$600 - 49 = 551 \text{ Sek./L.} = 0{,}551 \text{ cbm};$$

die Breite b des Ueberfalls ist also aus der Gleichung zu berechnen:

$$0{,}551 = \frac{2}{3} \mu \cdot b \cdot 0{,}15 \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}15}$$

und man findet

$$b = 4{,}3 \text{ m}.$$

Diese Breite ist für die verhältnismäfsig kleine Wassermenge so gross, dass es sich empfiehlt, entweder einen mäfsigen Ueberdruck zuzulassen oder den Durchmesser von L_3 zu vergrössern. Entscheidet man sich für das letztgenannte Mittel und nimmt statt des 0,3 m weiten Rohres ein solches von 0,45 m, so wird dieses beim Abfluss von 24 Sek./L. bis 0,12 m von der Sohle angefüllt, während es bei ganzer Füllung 151 Sek./L. abführt. Es wird dann $Q = 600 - 151 = 449$ Sek./L. $= 0{,}449$ cbm, $h = 0{,}45 - 0{,}12 = 0{,}33$ m und $b = 1{,}07$ m.

Die Anlagekosten des Auslasses werden also niedriger, dafür wachsen aber diejenigen von L_3.

Wollte man bei gleicher Schwellenbreite L_3 nur 0,30 m weit wählen, so müsste man einen Aufstau von etwa 0,20 m über dem Scheitel des Rohres in den Kauf nehmen und es hängt von den Umständen ab, ob dies zulässig ist.

Es sei noch darauf hingewiesen, dass in jedem Falle der Verdünnungsgrad mit der abfliessenden Wassermenge zunimmt.

Ueber die Berechnung offener Leitungen, welche übrigens bei der Städtekanalisation selten vorkommen — gewöhnlich handelt es sich nur um Regulierung des Vorfluters und der Ableitung von Reinwasser aus der Kläranlage — sind die verschiedenen Ausführungen in „Deutsch, Der Wasserbau", Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig, nachzulesen.

E. Die Herstellung, Ausführung und Abzweigung der Kanalleitungen.

1. Die Herstellung der Kanäle.

Die Strassenleitungen, welche aus natürlichen Steinen, Ziegelsteinen, Beton, Steinzeug, Ton oder Eisen hergestellt werden, müssen genügende Festigkeit, Undurchlässigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung des Kanalwassers (Säuren) und der an der Sohle der Leitungen sich fortbewegenden Sinkstoffe besitzen.

Werden Kanäle aus Bruchsteinen hergestellt, so müssen die inneren Wandungen und die Sohle mit Zementputz versehen werden, damit sie genügende Wasserundurchlässigkeit und Glätte besitzen (Fig. 306). Die Sohle kann auch aus Klinkern, Quadersteinen, Zementbeton oder gebrannten und glasierten Tonschalen hergestellt werden. Gewöhnlich wird die Decke der Bruchsteinkanäle

mit Klinkersteinen in Zementmörtel gewölbt, wenn man nicht bearbeitete Bruchsteine dazu verwendet.

Die Verwendung von Werkstein zu Kanälen (Fig. 307) kommt in neuerer Zeit wohl überhaupt nicht mehr vor. Auch Werksteinkanäle erfordern einen inneren bis an den Kämpfer gehenden Zementputz. Die Decke wird aus Quadern oder Klinkern gewölbt.

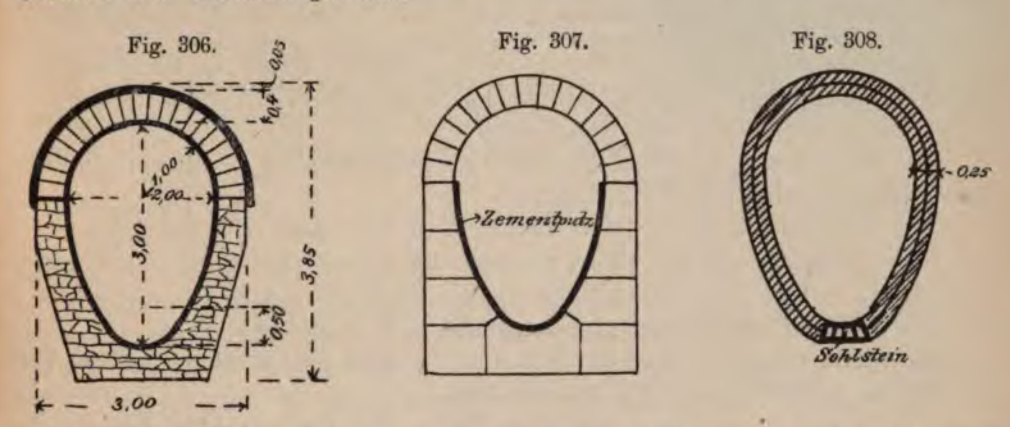


Fig. 306. Fig. 307. Fig. 308.

Sehr verbreitet ist die Anwendung von hartgebrannten Ziegelsteinen (Klinkern) zur Herstellung der Strassenkanäle (Fig. 308). Die Ausführung geschieht am besten in einzelnen Ringen (Fig. 308), statt im durchgehenden Verbande; ebenso ist bei kleinerem Halbmesser der Gewölbe die Anwendung besonderer Formsteine (Keilsteine) geboten.

Die Steine müssen gut gebrannt, vollkantig sein und ebene Flächen besitzen.

Die Aufmauerung geschieht mit hydraulischem Mörtel. Die inneren Flächen werden gefugt oder, falls ein Durchsickern des Schmutzwassers nach dem Grundwasser zu befürchten ist, mit einem fetten Zementmörtel (1 Teil Zement und 1 bis 2 Teile Sand), dem etwas Kalk beigemischt ist, geputzt. Die Aussenflächen werden entweder stark berappt oder mit Goudron überzogen oder mit Tonschlag bekleidet. Die Sohle wird meist aus aus gebranntem Ton hergestellten Sohlsteinen, wie sie z. B. von den früher genannten Fabriken in Friedrichsfeld und Münsterberg gefertigt werden, ausgeführt.

Bei starkem Wasserandrang wird die Sohle aus Beton gebildet und entweder im Innern glatt geputzt oder mit einer gebrannten und glasierten Tonschale bekleidet. Das Deckengewölbe gemauerter Kanäle wird bis zu 80 cm lichter Weite ½ Stein, das Widerlager 1 Stein stark gemauert und zwar letzteres in zwei Rollschichten. Grössere Kanäle erhalten fast immer eine dem Verlaufe der Stützlinie entsprechende Hintermauerung.

In neuerer Zeit werden die Strassenkanäle vielfach aus Zementbeton hergestellt und zwar als Stampfbeton. Die Kanäle von kleineren Abmessungen werden direkt in der Fabrik fertig hergestellt und nach der Baustelle transportiert. Die Herstellungsweise ist folgende:

Die Masse (Zement, Sand, Kies oder Steinschotter) wird zunächst trocken gemischt, dann ein wenig mit Wasser angefeuchtet, so dass sie „erdfeucht" ist, und auf einer eisernen Form solange gestampft, bis der Beton „schwitzt", d. h. bis sich auf der Oberfläche Wasser zeigt. Dies ist das Zeichen, dass der Beton

nunmehr eine solche Dichtigkeit erlangt hat, dass er keine Feuchtigkeit mehr durchlässt. Darauf werden die Innenseiten mit einem Zementmörtel, welcher aus 1 Teil Zement und 1 Teil Sand besteht, glatt geputzt. Die Sohle wird mit einem stärkeren Ueberzug (1,5 bis 4 cm) von demselben Zementmörtel versehen.

Die Scheitelstärke der Betondeckengewölbe beträgt 1/8 bis 1/6 der Weite, wobei eine Zugbeanspruchung zulässig ist, welche bei ganzer Wasserfüllung des Kanals 2 bis 2,5 kg/qcm betragen darf.

Die Herstellung der grösseren Kanäle geschieht direkt in der Baugrube auf einem Lehrgerüst, welches zweckmäfsig über der Schalung mit Blech bekleidet ist, in der vorbeschriebenen Weise.

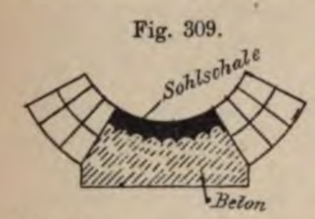
Zur Herstellung des Zementbetons verwendet man in der Regel eine der nachstehend aufgeführten Mischungen:

1 Teil Zement, 2½ Teile reinen Sand, 5 Teile Kies oder Schotter
1 „ „ 3 „ „ „ 6 „ „ „ „
1 „ „ 4 „ „ „ 8 „ „ „ „

Das Mischen hat mit der grössten Sorgfalt zu geschehen.

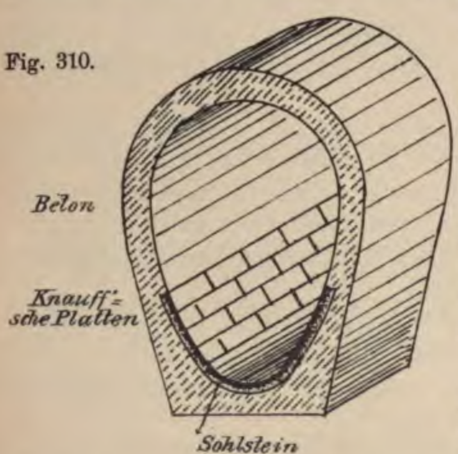
An Stelle von 1 Teil reinem Zement kann auch eine Mischung von ½ Teil Zement und ½ Teil Trass verwandt werden.

Fig. 309.



Da aber Beton- und Zementkanäle von den in den meisten Kanalwässern enthaltenen Säuren (Salz-, Essig-, Salpeter- usw. Säure) stark angegriffen werden, so müssen diejenigen Innenteile der Leitungen, welche mit dem Wasser in Berührung kommen, hiergegen geschützt werden. Dies geschieht durch wiederholtes Bestreichen der betreffenden Teile mit einer heissen Mischung von Teer und Asphaltlösung oder durch Bekleiden der Sohle und der Wandungen mit Steinzeug (Fig. 309) oder sogenannten Knauff'schen Platten (Fig. 310), wie sie von der mehrfach genannten Friedrichsfelder Fabrik hergestellt werden. Letztere sind 15 cm breit, 33 cm lang und 2 cm stark und werden im Verbande in Zementmörtel verlegt.

Fig. 310.



Unempfindlich gegen chemische Abwässer wird ein Zementkanal auch durch Bestreichen mit Kautschukfluat der Kalzidiumwerke Busse in Hannover-Langenhagen.

Ferner soll man den Beton- und Zementkanälen keine Wässer zuführen, die eine höhere Temperatur als 40° C. besitzen, da auch hierdurch eine Zerstörung des Materials herbeigeführt werden kann.

Auch der **Eisenbeton** wird zur Herstellung namentlich von solchen Kanälen verwandt, welche sehr starken inneren und äusseren Druck aushalten müssen. Die Wandungen solcher Kanäle können dünner hergestellt werden als solche aus reinem Zementbeton; jedoch müssen die Eisenverstärkungen netzartig in der Quer- und Längsrichtung angeordnet werden.

Widerstandsfähiger gegen die Einwirkungen des Schmutzwassers und glätter als Zementrohre sind gut gebrannte, glasierte Ton- und Steinzeugrohre. Dieselben werden daher in erster Reihe zur Herstellung von Schmutzwasserleitungen verwandt und nur dann soll man zu einem der vorgenannten Materialien greifen, wenn die Herbeischaffung guter Tonröhren unverhältnismäfsig hohe Kosten verursacht oder die Leitung Querschnite erhalten muss, welche für Tonrohrkanäle zu gross sind. Die Grenze der Verwendung von Tonröhren liegt zwischen 55 und 60 cm lichter Weite.

Gute Tonröhren sollen beim Anschlagen einen hellen Klang geben, ein gleichmäfsiges, dichtes Gefüge besitzen und bis zur beginnenden Sinterung gebrannt sein. Ihre Wandstärke soll nicht weniger als

34) $$\frac{d}{20} + 10 \text{ mm}$$

betragen, wobei d den lichten Durchmesser in Millimetern bedeutet.

Sehr wichtig für die Wasserundurchlässigkeit der Röhren ist es, dieselben gut zu glasieren. Dies geschieht gewöhnlich durch Einstreuen von Salz in den Brennofen, worauf sich bei hoher Wärme ein mit dem Rohr durch und durch verbundenes Natriumsilikat bildet, welches nicht durch Säuren löslich ist und auch nicht abblättert.

Gusseiserne Röhren werden im Innern der Häuser, bei den Abfallröhren der Dachrinnen und bei Dükeranlagen verwandt; im letzteren Falle kommen auch schmiedeeiserne Rohre zur Anwendung.

Ueber die gebräuchlichsten Abmessungen der Steinzeug-, Zement- und eisernen Röhren siehe die Tabellen auf Seite 218 und flgde., welche den Preislisten der Rheinischen Steinzeugwerke, G. m. b. H., in Köln a. Rh. entnommen sind, und diejenigen in „Deutsch, Der Wasserbau," II. Teil, Seite 156 bis 167, Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig.

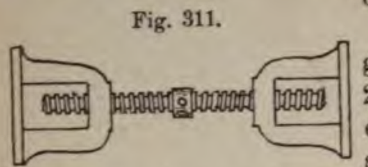
Das, was bei den Wasserversorgungsanlagen über die Anwendung von Formstücken und über die Form derselben gesagt ist, trifft auch bei den Entwässerungsanlagen zu.

2. Die Ausführung der Kanäle.

a) Die Herstellung der Baugrube.

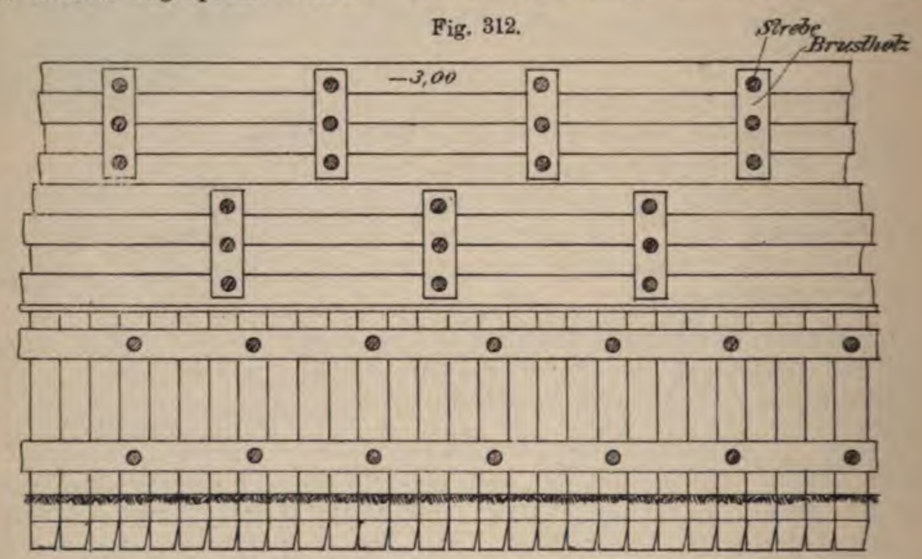
Zunächst wird auf der Strassenoberfläche die Achse der künftigen Leitung mit der Schnur oder bei befestigter Strasse mittels Schnurschlages festgelegt und die Breite der Baugrube bestimmt, wobei zu berücksichtigen ist, dass zwischen Aussenkante, Leitung und Innenkante der Grubenabsteifung ein Zwischenraum von 25 cm verbleiben soll. Hierauf wird 0,50 bis 1,00 m tief ausgeschachtet und dieser ausgeschachtete Teil sofort abgesteift. Ist die Absteifung fertig, so wird die Oberkante der obersten Bohle alle 10 bis 20 m einnivelliert und an diesen Stellen die Grubentiefe berechnet, welche an die oberste Bohle angeschrieben wird, wie es in Fig. 312 durch die Zahl — 3,00 angedeutet ist. Nunmehr wird die Baugrube in ihrer ganzen Tiefe ausgeschachtet und ausgesteift, wenn es sich nicht um schweren Lehm-, Ton- oder festen Mergelboden handelt, welcher meist ein Aussteifen des unteren Teils überflüssig macht.

Wegen des beschränkten Raumes in städtischen Strassen ist es nie möglich, die Baugruben mit Böschung anzulegen und dadurch eine Aussteifung auch des oberen Teils zu erübrigen.


Fig. 311.

Die Absteifung geschieht in trockenen Baugruben gewöhnlich durch wagerecht verlegte, etwa 25 cm breite Bohlen, von welchen je drei bis vier übereinanderliegende durch ein „Brustholz“ genanntes senkrechtes Stück Bohle gegen die Wandung der Baugrube gedrückt und die einander gegenüber liegenden Brusthölzer durch Streben oder Steifen abgespreizt werden. Die Stärke der Bohlen beträgt gewöhnlich

Fig. 312.



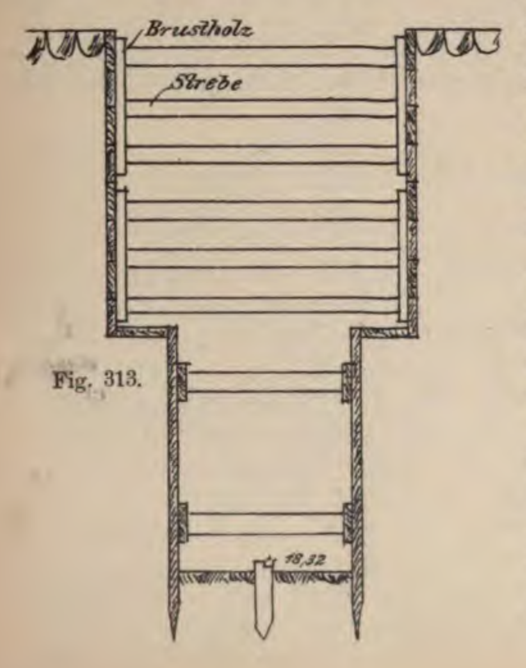


Fig. 313.

5 bis 6 cm, die der Spreizhölzer, welche in Entfernungen von 1,50 bis 2 m angebracht werden, 12 bis 15 cm. An Stelle der festen Spreizen bedient man sich auch der beweglichen Stempel, von welchen Fig. 311 ein Beispiel gibt.

Fig. 312 und 313 zeigt im Längen- und Querschnitt eine solche Grubenabsteifung. Die Aussteifung geht Hand in Hand mit den Ausschachtungsarbeiten.

Wird die Baugrube in Boden angelegt, der aus sehr feinem Sand besteht, so müssen die Fugen der Bohlen entweder durch Werg oder durch geteerte Hanfstricke gedichtet werden, um eine Versandung der Baugrube zu verhüten.

Liegt die Baugrube teilweise im Wasser, so wird man, wenn das Grundwasser nicht höher als 25 cm über die Grubensohle tritt, an den Seiten eine „Wasserbohle“ einsetzen, welche das Wasser zurückhält. Steht das Wasser höher, so müssen entweder Spundwände geschlagen und darauf die Baugrube ausgepumpt werden, oder das Grundwasser muss durch Brunnen künstlich gesenkt werden.

Wie in Fig. 313 dargestellt ist, werden die Spundwände so angeordnet, dass zwischen ihrer Aussenkante und der Innenkante der Absteifung ein Zwischenraum von 25 cm verbleibt, doch soll nach „Frühling, Die Entwässerung der Städte“ (Leipzig 1903, Verlag von Wilhelm Engelmann), die Baugrube, mit Rücksicht auf die Abzweiger oder Gabelrohre — Stutzen — (Fig. 314) wenigstens eine Breite haben von

35) $$B = d + 0{,}70 \text{ m bis } d + 0{,}80 \text{ m},$$

wenn d die Lichtweite des Rohres bezeichnet.

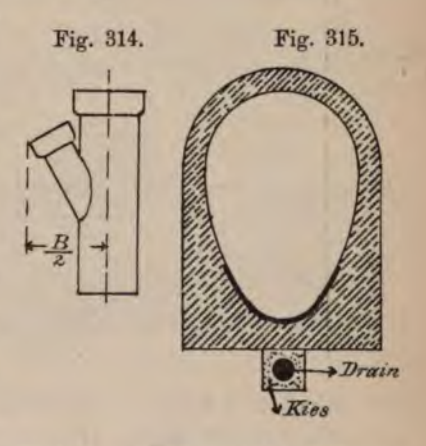


Fig. 314. Fig. 315.

Die Absteifung mit senkrecht stehenden Bohlen empfiehlt sich, ausser bei Ausführung einzelner Bauwerke (Einsteigeschächte usw.), höchstens bei schlecht stehendem nassen Boden.

Die Entwässerung der Baugrube kann auch durch Sickerleitungen (Drains) vorgenommen werden, welche nach Fig. 315 oder nach Fig. 316 angeordnet werden. Man kann auch die Drains, wie in Fig. 317, in die Betonsohle legen. Mitunter benutzt man auch, wenn die Leitungssohle aus den in Fig. 308 dargestellten Lochsohlsteinen besteht, die Löcher zur Ableitung des Grundwassers.

Soll ein Entwässerungskanal in sehr grosser Tiefe in verkehrsreichen Strassen ausgeführt werden, so muss man mitunter zum Tunnelbau schreiten, wie dies in

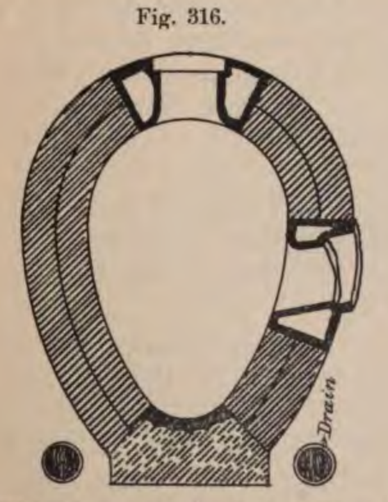


Fig. 316.


Fig. 317.

Fig. 317, dem mehrfach erwähnten Werke von Frühling entnommen, dargestellt ist. Wenn irgend möglich, wird man aber auf den Tunnelbau, der dem Tagebau gegenüber erheblich höheren Kosten wegen, verzichten.

Da in den Entwässerungsprojekten meist die Ordinaten der Leitungssohlen eingeschrieben sind, z. B. in Fig. 313: + 18,32, so muss die Baugrube, wenn eine Tonrohrleitung verlegt werden soll, um 3 cm tiefer als die im Projekt eingeschriebenen Leitungsordinaten oder, wenn ein Kanal erbaut werden soll, um soviel tiefer ausgeschachtet werden, als der Höhenunterschied zwischen Kanal- und Fundamentsohle beträgt.

Die Leitungssohle wird, wie in Fig. 313 angegeben ist, durch kleine Pfähle festgelegt, welche in Entfernungen von 5 bis 10 m in die Grubensohle eingeschlagen und einnivelliert werden.

b) Die Ausführung der Kanalleitungen.

Die Leitung wird stets von unten nach oben verlegt.

Die Verbindung der Tonrohre erfolgt mit Hilfe von Muffen, deren Tiefe 7 bis 8 cm beträgt. Zwischen Muffe und Schaftende befindet sich ein 2 bis 3 cm weiter Spielraum, um das Dichtungsmaterial gut einbringen zu können.

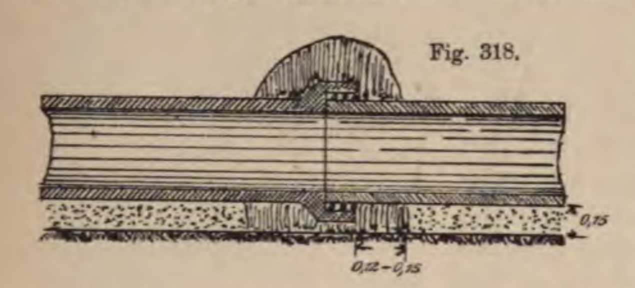


Fig. 318.

Die Dichtung der Rohre (Fig. 318) erfolgt in der Weise, dass zunächst mit dem Dichteisen (Fig. 319) eine 2 bis 3 cm starke Lage von geteertem Hanfstrick zwischen Muffe und Schaftende gekeilt und dann das eigentliche Dichtungsmaterial, plastischer Ton, eingebracht wird. Hierauf wird die gedichtete Stelle mit einem grossen Tonwulst umkleidet.



Fig. 319.

Der Dichtungston muss fett, frei von Steinen, Erde, Wurzeln und Holz sein und sich zu einer undurchlässigen homogenen Masse zusammenarbeiten lassen. Ist der Ton trocken, so muss er mit Wasser begossen und mit hölzernen Stampfen so lange durchgearbeitet werden, bis er eine gleichmäfsig plastische, schwer knetbare Masse bildet.

In der Nähe von Bäumen, Sträuchern usw. wird statt mit Ton mit Zementmörtel oder mit einem Mörtel von hydraulischem Kalk gedichtet. Man kann überhaupt, weil Tondichtung ganz gewissenhafte Arbeit voraussetzt, durchweg statt mit Ton mit Zementmörtel dichten.

Viel besser jedoch als die Dichtung mit Ton oder Zement ist eine solche mit erhitztem flüssigen Asphaltkitt. Hierbei wird etwa $^1/_3$ der Muffe mit geteertem Hanfstrick, der Rest mit Asphaltkitt ausgefüllt. Das Eingiessen des flüssigen Asphaltes geschieht mit einer Giesskanne (Fig. 123), nachdem man vorher, um das Auslaufen zu verhindern, einen an den Enden nicht ganz schliessenden Tongürtel oder einen solchen von Sackleinewand vor die Muffe gelegt hat. Durch die verbleibende Oeffnung wird dann der Asphaltkitt eingegossen; derselbe erstarrt und der Gürtel wird abgenommen.

Der Asphaltkitt besteht aus einer Mischung von 1 bis 2 Teilen Goudron und 1 Teil Mastix.

Das Herablassen der Rohre in die Baugrube geschieht gewöhnlich an Seilen oder Ketten.

Während der Ausführung der Kanal- oder Rohrleitung ist die genaue Lage der Sohle häufig durch Visieren und durch ein Nivellement zu kontrollieren.

Ist die Sohle wasserfrei, so wird sie rinnenförmig hergestellt und für die Aufnahme der Tonwülste werden besondere Vertiefungen angelegt. Gut ist es, die Sohle, wie Fig. 318 zeigt, mit einer etwa 15 cm starken Lage feinen Sandes zu bedecken und die Rohrleitung in diese fest einzubetten. Nach seiner Verlegung soll das Rohr mit weichem Erdmaterial überschüttet werden. Bei nassem lehm- oder mergelhaltigen Boden ist die Sandbettung unbedingt notwendig, ebenso bei felsiger Sohle.

Gabelrohre für Hausanschlüsse usw., wie sie beispielsweise in Fig. 320 und 321 dargestellt sind, sind besonders sorgfältig zu verlegen, sofort sicher einzumessen, in eine Revisionsskizze einzutragen und ihre Lage dauerhaft, z. B. an Häusern, Gartenmauern usw. zu markieren.

Nach Fertigstellung der Leitung wird die Baugrube wieder verfüllt und fest eingestampft, jedoch darf das Einstampfen erst 0,50 m über dem Scheitel des Rohres beginnen. Manchmal wird der Boden auch, um seine Festlegung zu befördern, eingeschlämmt.

Zementbetonrohre werden in Baulängen von 1,00 m hergestellt. Sie werden, wie Fig. 322 zeigt, nicht durch Muffen, sondern durch Falze miteinander verbunden, welche mit Zementmörtel gedichtet werden.

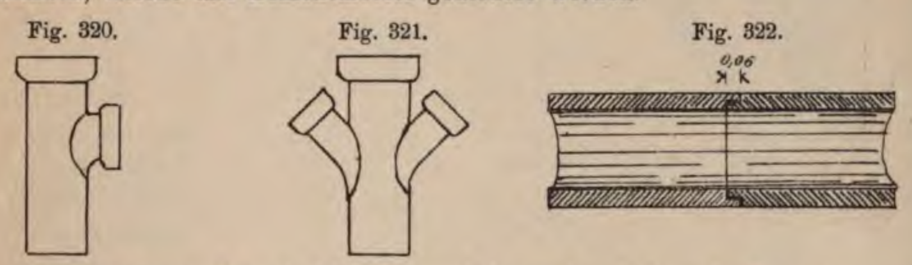


Fig. 320. Fig. 321. Fig. 322.

Eisenbetonrohre sind leichter und darum handlicher als die vorgenannten. Sie erhalten gewöhnlich Muffenverbindung und werden mit Zement- oder Asphaltkitt gedichtet. Bei grösseren Eisenbetonröhren werden besondere Dichtungsringe übergeschoben, welche auf einem Bock, Stuhl genannt, lagern (Fig. 323) und es erhalten infolgedessen die Röhren keine Muffen.

Fig. 323.

Rohre aus Guss- oder Schmiedeeisen werden wie bei den Wasserversorgungsanlagen (vergl. „Opderbecke, Die allgemeine Baukunde“) verbunden.

Die gemauerten Kanäle werden in der Weise hergestellt, dass zunächst die Fundamente gemauert bezw. die Sohlstücke verlegt werden, worauf die Lehrbögen für den Unterbau aufgestellt werden und die Aufmauerung bis zur Kämpferhöhe ausgeführt wird. Darauf werden die Lehrbögen für das Decken-

gewölbe gesetzt, verschalt und zugewölbt. Die Oberfläche wird mit Zementmörtel 1 bis 2 cm stark berappt und das Innere nach Entfernung der Rüstung sauber gereinigt und ausgefugt. Den späteren Anschluss an die Hausleitungen vermitteln kleine Tonrohrstutzen (Fig. 316), welche bei geringem Gefälle der Anschlussleitungen im oder unter dem Kämpfer, sonst im Scheitel des Deckengewölbes angeordnet werden. Die Ausführung des Gewölbes erfolgt in einzelnen Ringen.

Kanäle aus Beton werden in 10 bis 20 cm starken Schichten eingebracht, welche jedesmal gehörig festgestampft werden müssen.

Die Zufüllung der Baugrube geschieht in der bei den Rohrleitungsgräben angegebenen Weise.

Muss man grössere Kanäle auf schlechtem Boden ausführen, so kann man sie entweder auf einen durchgehenden Schwellrost oder auf eine Betonplatte, mit oder ohne Eiseneinlagen oder unter Umständen auch auf einen Pfahlrost setzen. Manchmal genügt auch schon eine Dichtung der Grubensohle mit einer kräftigen Sand- oder Kiesschüttung.

3. Die Abzweigungen und Zusammenführungen von Kanälen.

Um Rückstau des Wassers sowie Ablagerungen zu vermeiden, soll die Einführung von Seitenleitungen nie unter rechtem Winkel, sondern in möglichst tangentialen Kurven geschehen, deren Radius von der Grösse der Kanäle abhängig ist.

Die Länge x (Fig. 324) der Einmündung eines Seitenkanals bestimmt sich zweckmäfsig nach der Formel:

$$36. \qquad x = \sqrt{\left(R + B + \frac{y}{2}\right)^2 - \left(R + Z\right)^2}$$

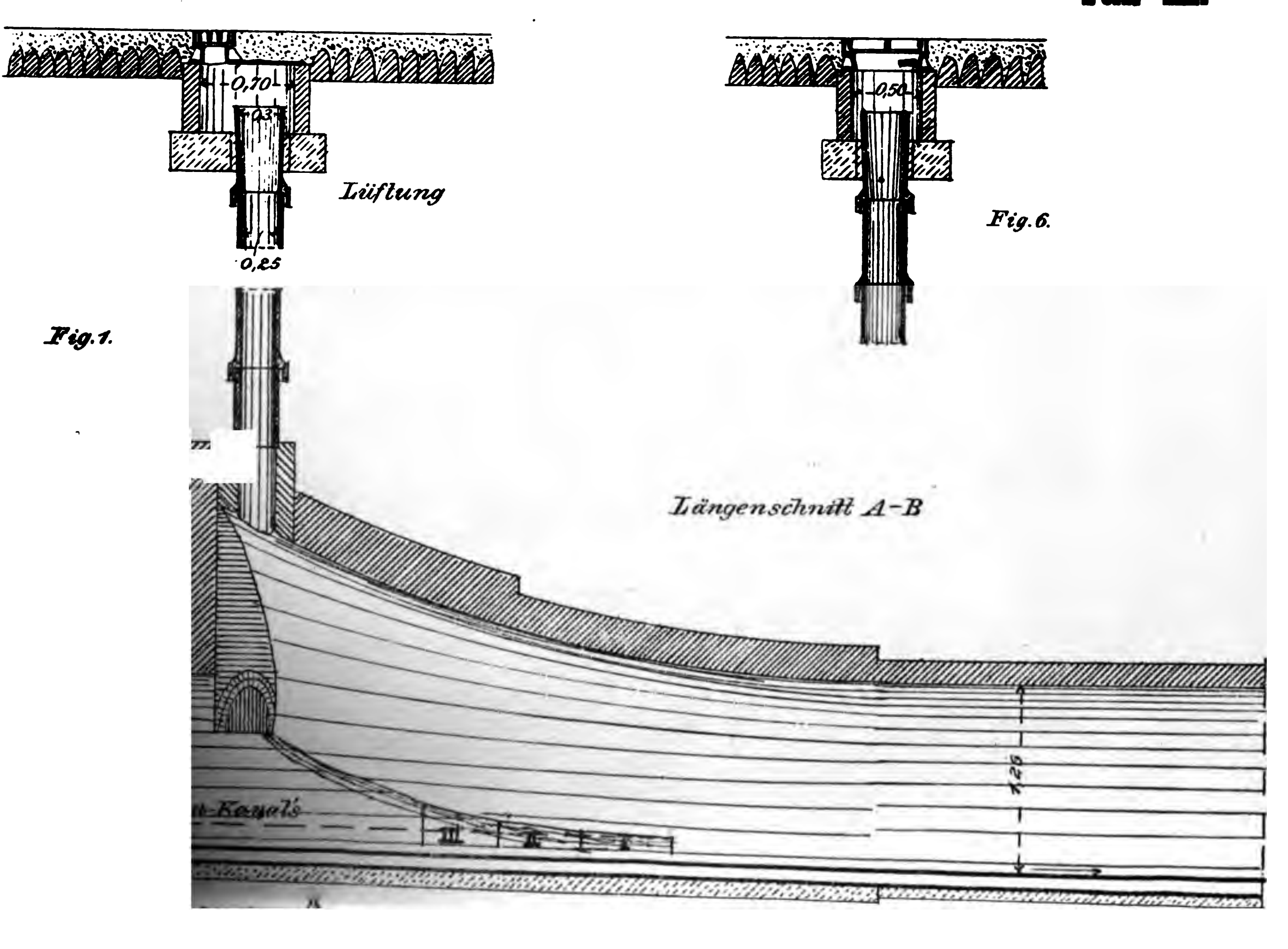
Fig. 324.

Taf. III, Fig. 1 bis 6*) zeigt die Verbindung dreier Kanäle. Sämtliche Kanäle haben eiförmigen Querschnitt und zwar der Hauptkanal von 1,26/0,84 m und die beiden Seitenkanäle von 1,05/0,70 m. Die Kämpfer der drei Kanäle liegen in gleicher Höhe; da nämlich im Hauptkanal das Wasser gewöhnlich etwas höher stehen wird als im Seitenkanal, so würde, wie auf Seite 173 ausgeführt ist, bei gleicher Sohlenhöhe Rückstau eintreten, was bei ungleicher Höhe der Sohle vermieden wird.

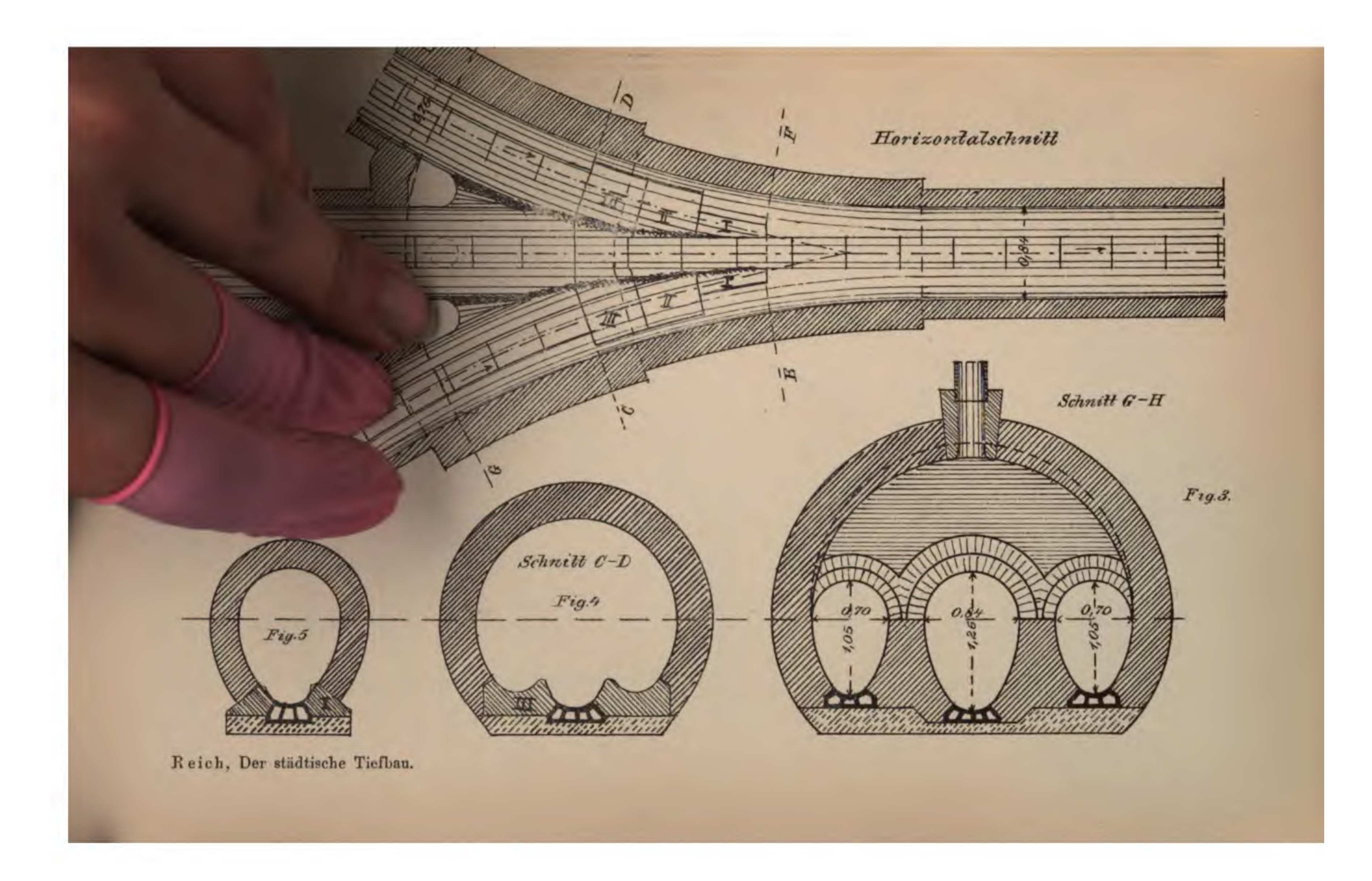
Im höchsten Punkt des die Einmündung der drei Kanäle überspannenden Gewölbes ist eine Entlüftungsanlage angelget.

*) Dem Werke „Dobel, Kanalisationsanlagen und Bau städtischer Abzugskanäle und Hausentwässerungen, Stuttgart, W. Kohlhammer, 1886" mit freundlicher Bewilligung des Verlegers entnommen.

Taf. III.



0,70
0,3
0,25
Lüftung
0,50
Fig. 6.
Fig. 1.
Längenschnitt A–B
1,26
-Kanals
III



Reich, Der städtische Tiefbau.



F. Die bei der Kanalisation vorkommenden besonderen Bauwerke.

1. Die Einsteigeschächte und Lampenlöcher.

a) Die Einsteigeschächte.

Der Zweck der Einsteigeschächte, auch Revisionsschächte genannt, ist, eine Revision der Leitungen, eine Ausbesserung besteigbarer Kanäle sowie eine Spü-

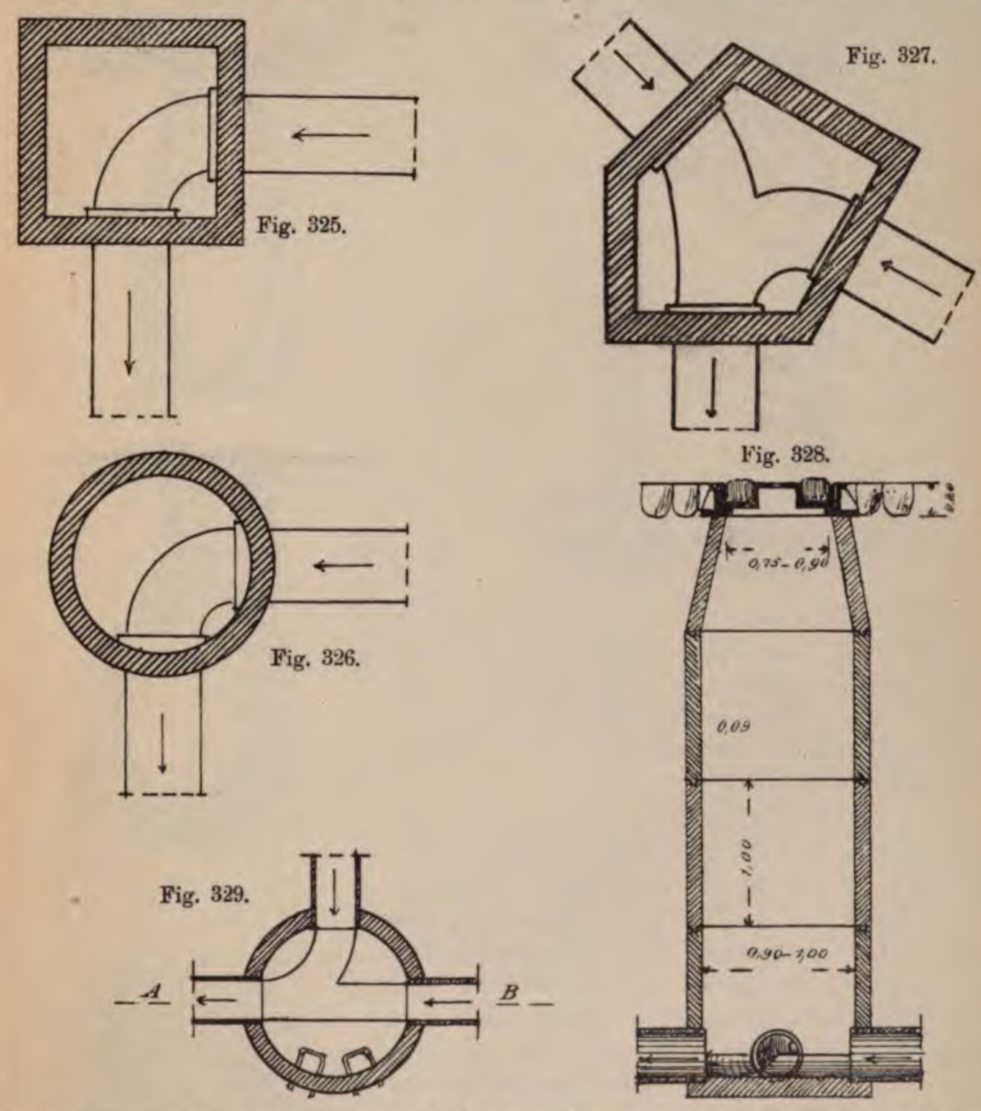


Fig. 325.
Fig. 326.
Fig. 327.
Fig. 328.
Fig. 329.

lung der zwischen zwei Schächten belegenen Leitungen von hier aus vornehmen zu können. Ausserdem werden sie an solchen Stellen angelegt, wo der Querschnitt der Leitung wechselt, d. h. ein kleineres Profil in ein grösseres übergeht, wo ein Richtungswechsel vermittelt werden soll und wo von verschiedenen Seiten kommende Leitungen nicht in der auf Seite 188 besprochenen Weise vereinigt werden können.

Allgemein soll die Entfernung der Einsteigeschächte voneinander betragen: bei Tonrohrleitungen bis zu 75 m und bei Kanälen, je nach deren Querschnittsgrösse, 60 bis 100 m.

Die Grundrissform der Einsteigeschächte ist entweder quadratisch, rechteckig, kreisförmig oder vieleckig (Fig. 325 bis 327). Die letztere Grundrissform wird in der Regel nur dann angewendet, wenn von verschiedenen Seiten kommende Leitungen nicht rechtwinkelig in die Hauptleitung münden.

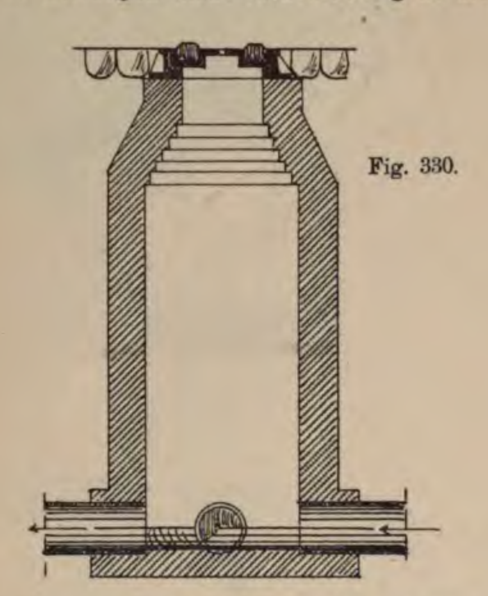
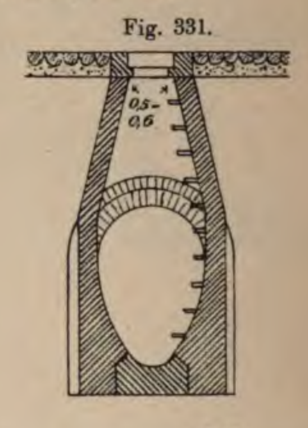


Fig. 330.

Fig. 331.



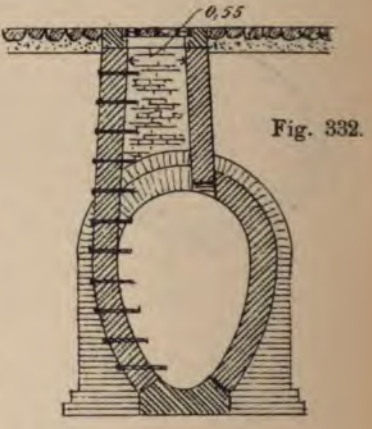


Fig. 332.

Einsteigeschächte bei Rohrleitungen werden stets über diesen angebracht, während solche bei Kanälen, je nach der Breite der Strasse, der Grösse des Fussgängerverkehrs oder des Wagenverkehrs im Fahrdamm oder im Fussweg angeordnet werden.

Bei Rohrleitungen mündet diese in den Schacht (Fig. 328 bis 330), während sich bei Kanälen, wenn der Schacht über ihnen angeordnet wird, dieser auf die Kanäle aufsetzt (Fig. 331 und 332). Fig. 328 und 329 stellt einen in Zementbeton hergestellten Einsteigeschacht und Fig. 330 einen ebensolchen, quadratischen in Mauerwerk dar. Die in Fig. 331 bis 333 dargestellten in Zementbeton oder Mauerwerk ausführbaren Schächte sind dem schon mehrfach erwähnten Werke von Frühling entnommen.

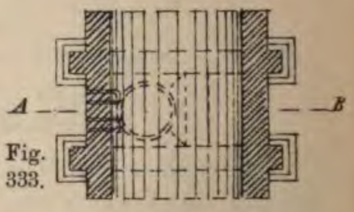
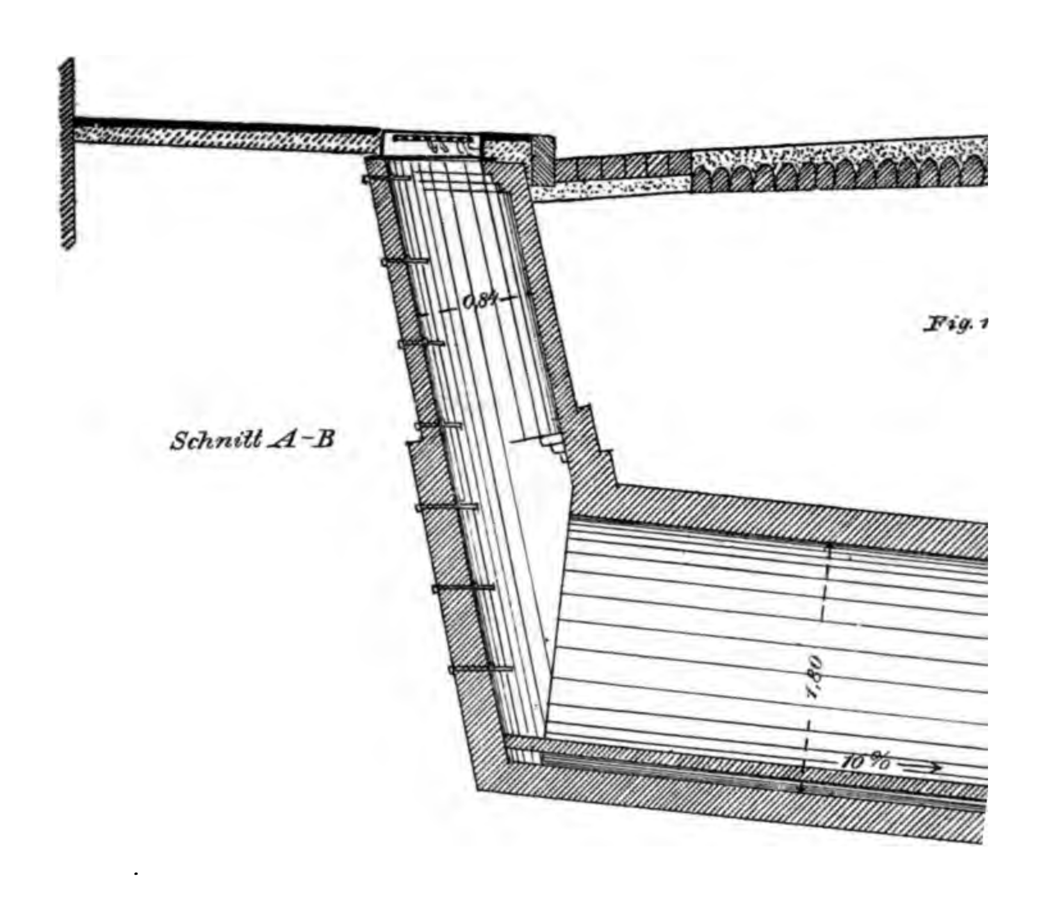
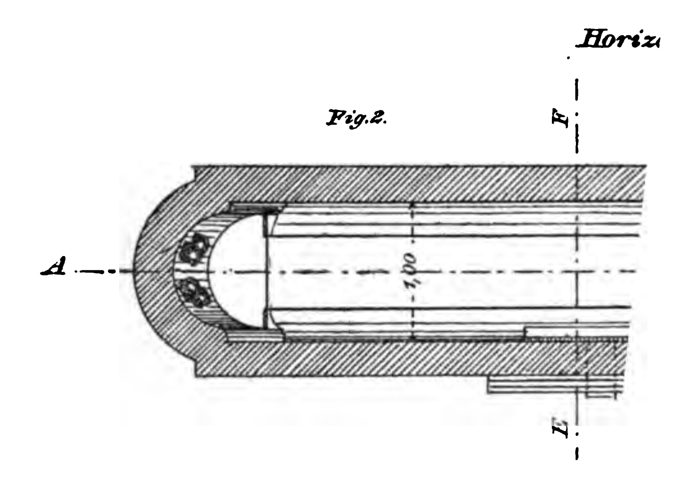


Fig. 333.

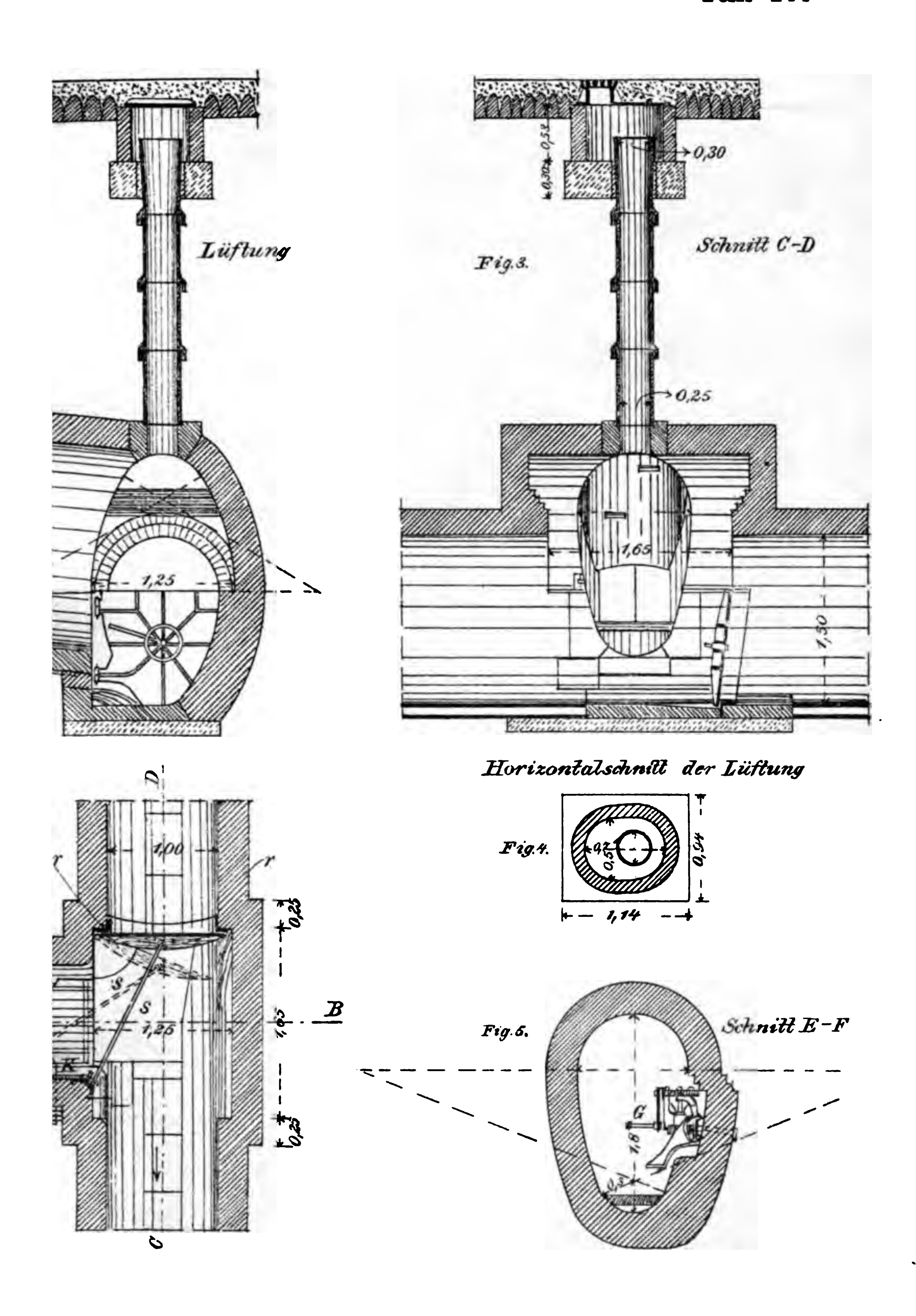
Bei begehbaren Kanälen, und das sind häufig die eiförmigen, ist es besser, den Einsteigeschacht nicht direkt über dem Kanal anzuordnen, sondern etwas seitwärts und den Verbindungsgang zwischen Schacht und Kanal mannshoch (1,80 bis 1,90 m) zu gestalten (Fig. 334 und 335).


0,84
Fig. 1
Schnitt A-B
1,80
10 %

Horiz


Fig. 2.
F
A
1,00
E

Taf. IV.



Lüftung
Fig. 3.
Schnitt C-D
0,30
0,25
1,65
1,50
1,25
Horizontalschnitt der Lüftung
Fig. 4.
0,94
1,14
D
1,00
r
0,25
B
1,25
S
K
C
Fig. 5.
Schnitt E-F
G

Auf Taf. 4, Fig. 1 bis 5, ist ein dem bereits genannten Werke von Dobel entnommener Einsteigeschacht dargestellt, welcher auf dem Bürgersteig angeordnet ist und mit einer Entlüftungs- und Spülvorrichtung versehen ist. Wie aus Fig. 3 zu ersehen ist, befindet sich die Mündung der Entlüftungsleitung seitwärts über dieser, wodurch verhindert wird, dass Schmutzstoffe vom Fahrweg in den Kanal gelangen können.

Der Betrieb der Spülvorrichtung gestaltet sich nach Dobel wie folgt:

„In den Kanälen befinden sich an einzelnen Stellen Spültüren, welche das Kanalprofil bis zur Widerlagshöhe abschliessen und das Wasser oberhalb derselben anstauen. Bei kleinen Kanalprofilen kann das Oeffnen und Schliessen von Hand geschehen, bei grösseren muss die Spültür durch ein Getriebe G (Fig. 2 und 5) geschlossen werden. Die Sperrstange s ist in den Schuh eines Schlittens eingehängt, mit dem Vorwärtsschieben des Schlittens durch das Getriebe wird die Tür zum vollständigen Schluss gebracht, sodann wird die Sperrstange in den Sperrkegel k eingesetzt und die Tür vollständig in den die Rahmen r umziehenden bleiernen Ring gepresst. Wird nun die Sperrstange mittels eines Exzenters gelöst, so wird die Tür durch die bis zur Widerlagshöhe angestaute Wassermasse zurückgeschlagen und diese strömt mit grosser Geschwindigkeit durch den Kanal, Schlamm und sogar Steine mit sich fortreissend. Diese Spültüren müssen in gewissen Entfernungen angebracht werden, da der Strom allmählich seine Spülkraft verliert.“

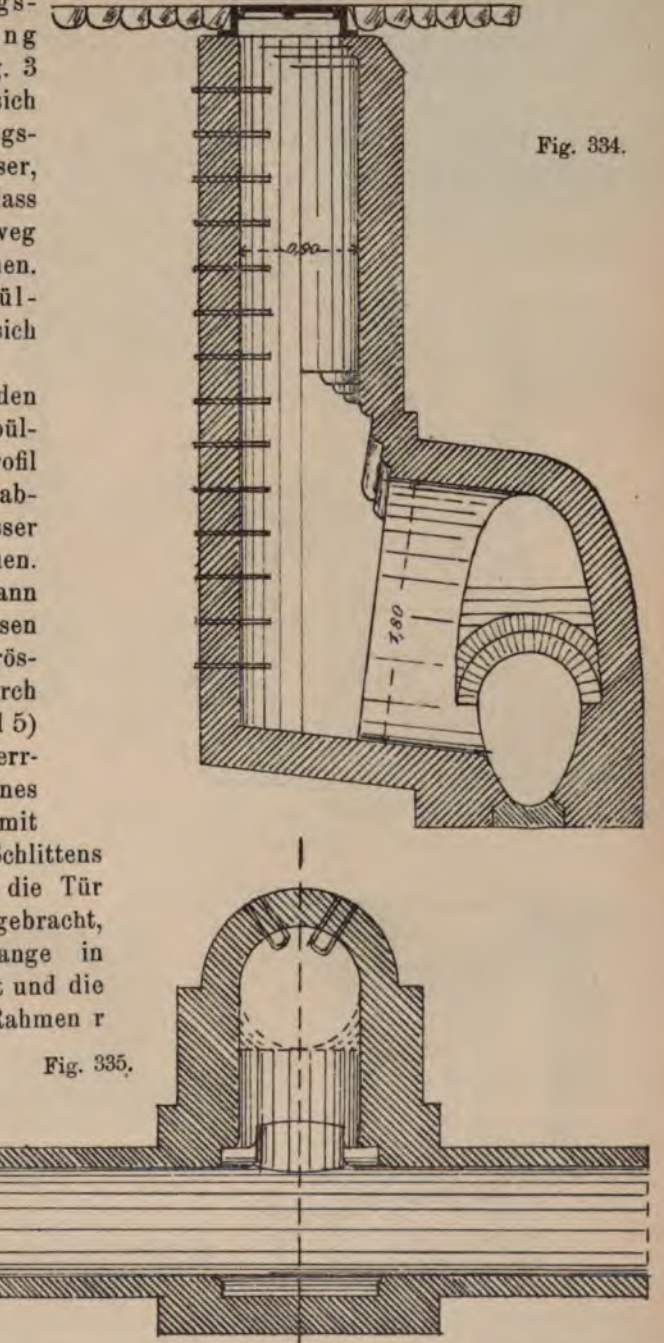


Fig. 334.

Fig. 335.

Fig. 336 zeigt einen als Spülkammer ausgebildeten Einsteigeschacht. Die Spülkammer wird durch die Wasserleitung (w) gefüllt und die Durchspülung der Rohrleitung geschieht dann mit diesem Wasser durch Oeffnen der Spülklappe, welche von Hand bedient wird. Statt des Wasserleitungswassers kann auch das Kanalwasser im Schacht angestaut und zur Spülung benutzt werden.

Fig. 337 ist ein Schacht mit selbsttätigem Spüler von Rogers Field, welcher durch die Halberger Hütte (Röcking & Co.) ausgeführt wird. Das Wasser fliesst durch das bei n befindliche Wasserleitungsrohr durch Oeffnungen in einen

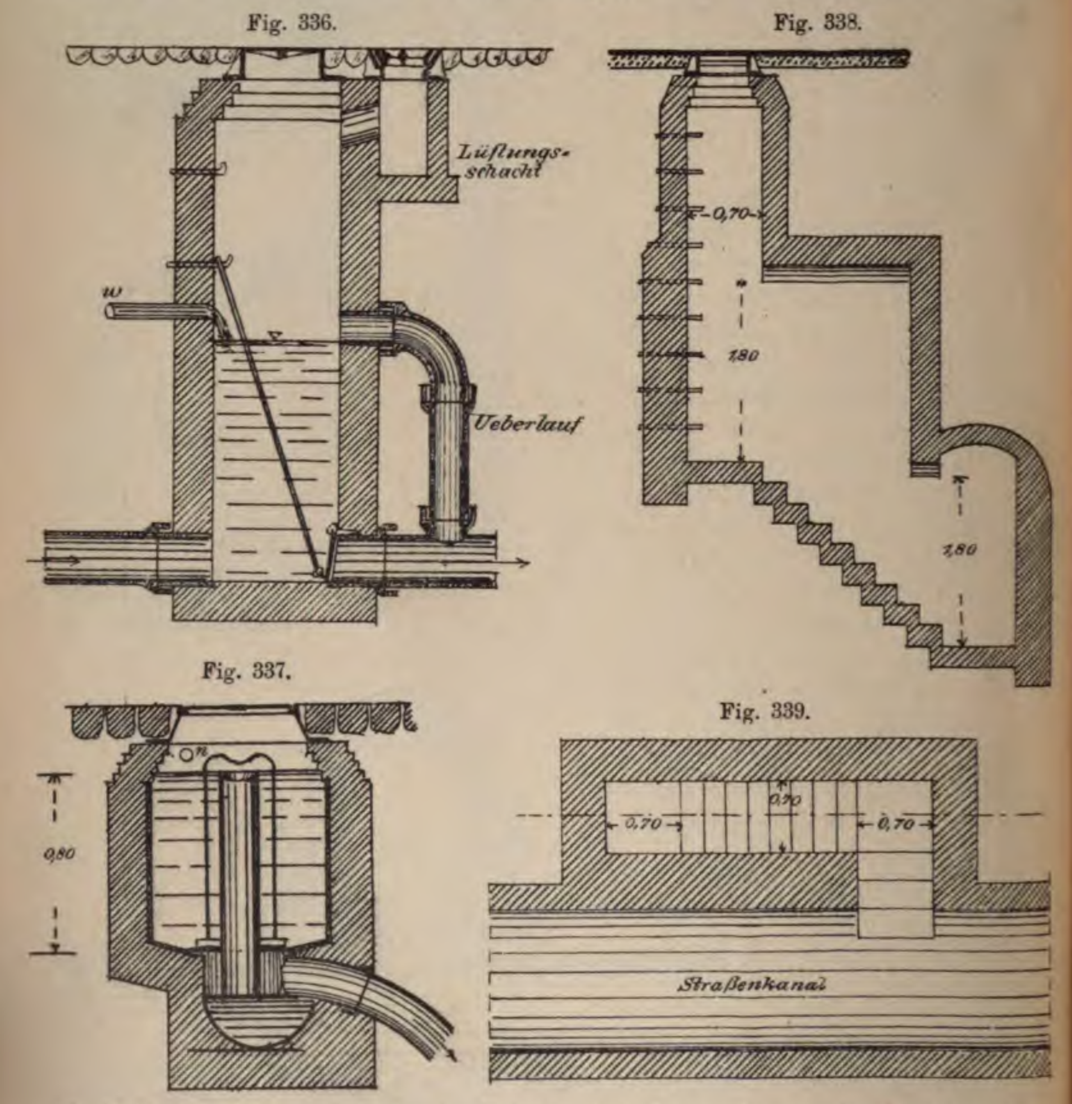


Fig. 336. Fig. 338. Fig. 337. Fig. 339.

Glockenheber. Dieser entleert den Schacht, sobald der Wasserspiegel etwas über den Rand seines inneren Schenkels gestiegen ist.

Auf die zahlreichen, meist durch Patent geschützten Spülvorrichtungen kann hier nicht näher eingegangen werden.

Die Verbindung des Strassenkanals mit dem auf dem Bürgersteige befindlichen Eingang kann auch durch eine Treppe (Fig. 338 und 339) bewirkt werden.

Die lichte Weite der Einsteigeschächte beträgt im unteren Teil meist 0,90 bis 1,00 m und im oberen 0,60 bis 0,70 m. Der Uebergang geschieht bei aus Beton hergestellten Schächten durch eine kegel- oder pyramidenförmige Verjüngung, während dies bei gemauerten Schächten durch allmähliches Vorkragen der Steinschichten erfolgt.

Die Wandungen gemauerter Schächte sollen nicht unter 1 Stein stark sein.

Fig. 340.

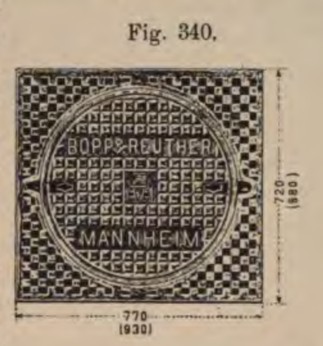
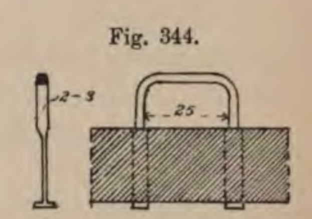


Fig. 341.



Mit einfachem Rahmen.



Mit doppeltem Rahmen.

Fig. 342.

Die Einsteigeöffnung ist gewöhnlich kreisrund und wird mit einem schweren gusseisernen Deckel, welcher in gleichem Rahmen sitzt, abgedeckt (Fig. 340 bis 342*).

Das Besteigen der Schächte geschieht durch gusseiserne Steigeeisen (Figur 343), welche zum Schutz gegen Rost mit Asphaltlack überzogen und in zwei Reihen in einem Höhenabstand von 0,30 bis 0,50 m eingemauert werden. Werden schmiedeeiserne Steigeeisen verwandt, so erhalten sie gewöhnlich die Form der Fig. 344.

Fig. 343.

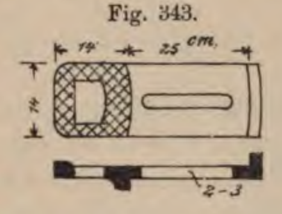


Fig. 344.

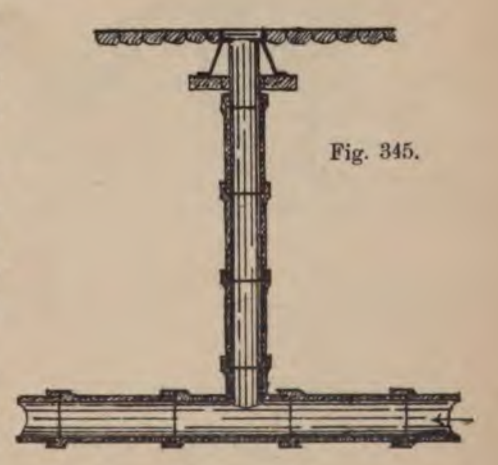


Fig. 345.

b) Die Lampenlöcher.

Auf langen geraden Strecken kann man bei Tonrohrleitungen an den Kosten dadurch sparen, dass man statt jedes zweiten Schachtes ein Lampenloch (Fig. 345) anordnet

Die Lampenlöcher werden entweder aus eisernen oder tönernen Röhren hergestellt und dienen zum Einsetzen einer Kanallampe, um von dem benachbarten Einsteigeschacht aus eine Besichtigung der Leitung vornehmen zu können.

Der Durchmesser der Lampenlöcher beträgt zwischen 15 und 25 cm.

Auch eine Spülung der Leitungen kann durch die Lampenlöcher dadurch

*) Von Bopp & Reuther in Mannheim-Waldhof für Schächte bei Kanalisations- und Wasserversorgungsanlagen ausgeführt.

vorgenommen werden, dass der zu Strassensprengungen verwandte Hydrantenschlauch in das Lampenloch eingelassen wird und so die Leitung durchspült.

2. Die Rinnenschächte oder Gullys.

Die Rinnenschächte, auch Strassensinkkästen, Einlaufschächte oder Gullys genannt, liegen im Zuge der Rinnsteine in Entfernungen von 40 bis 50 m voneinander und werden ähnlich wie die Einsteigeschächte hergestellt.

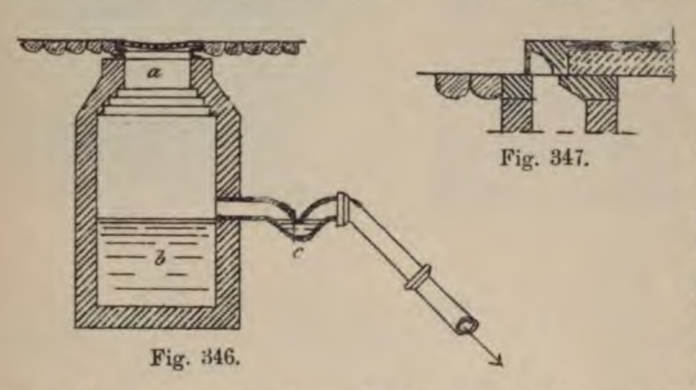


Fig. 346. Fig. 347.

Ihre Grundform ist kreisrund oder quadratisch.

Sie besitzen eine Eintrittsöffnung, welche, wie in Fig. 346 bei a, direkt über dem Gully liegen oder auch seitwärts, wie in Fig. 347, unter der Bordsteinoberkante liegen kann, ferner einen Schlammfang (b in Fig. 346) und eine mit Wasserverschluss versehene, nach dem Strassenkanal führende Ableitung c.

Die **Eintrittsöffnung** ist meist rechteckig von 0,30 bis 0,40 m Breite und etwa 0,60 m Länge oder rund, und ist mit einem eisernen Gitter abgedeckt.

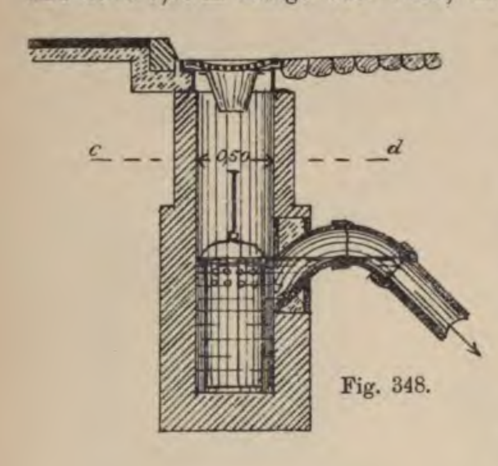


Fig. 348.

Der **Schlammfang**, welcher eine Tiefe von wenigstens 0,75 m besitzt, nimmt bei runder Grundrissform (Fig. 348 und 349) gewöhnlich einen Eimer auf, welcher den Schlamm auffängt. Dieser Eimer wird von Zeit zu Zeit geleert (siehe Seite 108), ebenso natürlich auch die Schlammfänge, welche ohne Eimer den Strassenschmutz unmittelbar aufnehmen.

Das **Abflussstück** c soll wenigstens 1 m unter der Strassenoberfläche liegen. Die Weite des Abflussrohres beträgt 15 bis 25 cm.

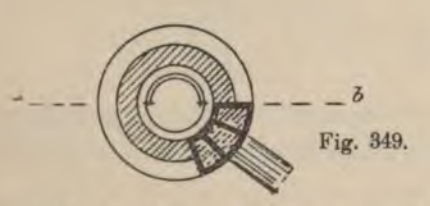


Fig. 349.

Die **Einlaufschächte** werden aus Ziegelstein oder Zementbeton oder aus gebranntem und glasiertem Ton hergestellt. Die Sohle der gemauerten Gullys besteht entweder aus 3 bis 4 Flachschichten oder aus einer Betonplatte; ihre Wandstärke beträgt im unteren Teile gewöhnlich 1 Stein, im oberen $^{1}/_{2}$ Stein. Die Wandstärke der aus Zementbeton hergestellten Strassensinkkästen beträgt 5 bis 8 cm.

3. Die Schneeschächte.

Bei starken Schneefällen kann in verkehrsreichen Strassen nicht gewartet werden, bis der Schnee geschmolzen und durch die Strasseneinläufe abgelaufen ist, sondern derselbe muss so schnell als möglich den Kanalisationsleitungen zugeführt werden, wo er dann, manchmal unter Zuhilfenahme von Wasserleitungswasser, von der wärmeren Kanaltemperatur ziemlich schnell geschmolzen wird und abfliesst.

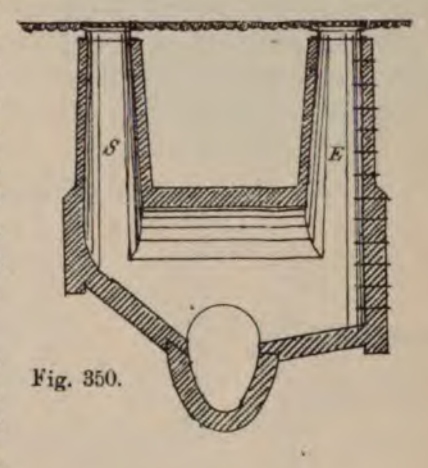


Fig. 350.

In einigen Städten benutzt man die Einsteigeschächte zum Einwerfen des Schnees in die Kanäle, in anderen — und das ist das bessere — hat man besondere Schneeeinwurfschächte.

Von den verschiedenen Konstruktionen der Schneeeinwurfschächte ist in den Fig. 350 und 351 Grundriss und Schnitt eines solchen Schachtes dargestellt, wie er u. a. in Bremen ausgeführt worden ist. Der Schnee wird in den Schacht S von der Strasse aus hineingeworfen, fällt über die steile Rutsche in den Kanal, schmilzt hier und fliesst ab. Um Verstopfungen zu verhindern und den Abfluss beschleunigen zu können, ist der Einsteigeschacht E angeordnet, durch welchen Arbeiter hinunter gelangen und am Schnee arbeiten können.

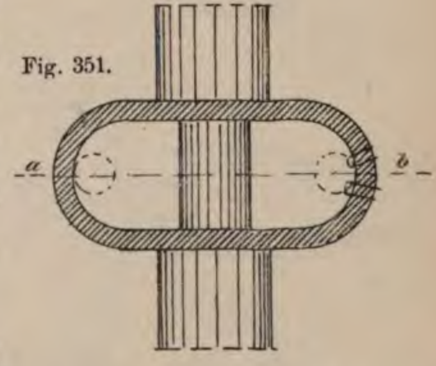


Fig. 351.

4. Die Lüftung der Strassenkanäle.

Die sich in den Kanälen bildende Kanalluft und die Kanalgase müssen unschädlich abgeführt werden, was entweder durch eine der bereits früher erwähnten Entlüftungsanlagen (Tafel III und IV) oder dadurch geschieht, dass man die Regenabfallrohre mit dem Kanal verbindet (siehe „Opderbecke, Die allgemeine Baukunde"). Hierdurch wird in den Leitungen ein dauernder Luftzug erzeugt, welcher die schlechte Kanalluft über Dach führt, wo sie, nun den Menschen nicht mehr gefährlich, in die Atmosphäre entweichen kann.

Mitunter, aber nicht empfehlenswert, erhalten die Einsteigeschächte statt der festen Verschlussdeckel durchbrochene, durch welche die Kanalluft entweichen kann.

In einigen Städten, z. B. in Frankfurt a. M., sind vorhandene alte Türme zu Entlüftungsanlagen benutzt worden, indem man die Strassenkanäle durch eine Abzweigleitung mit ihnen in Verbindung brachte und durch in ihrem Innern angebrachte Steigeleitungen die Kanalluft bis über Dach führt, bezw. in den Kanälen einen energischen Luftzug erzeugt.

5. Düker- und Heberanlagen.

a) Die Unterdükerungen.

Kreuzen sich zwei voneinander unabhängige Kanalleitungen in gleicher Tiefe oder trifft eine solche auf ein anderes Rohr des Versorgungsnetzes, z. B. ein Wasserleitungsrohr oder auf einen offenen Wasserlauf oder auf ein sonstiges Hindernis, so muss eine Unterführung der Leitung unter das seiner geraden Fortleitung sich entgegenstellende Hemmnis stattfinden. Man bezeichnet eine solche Unterführung mit Unterdükerung und die ganze Anlage mit Düker.

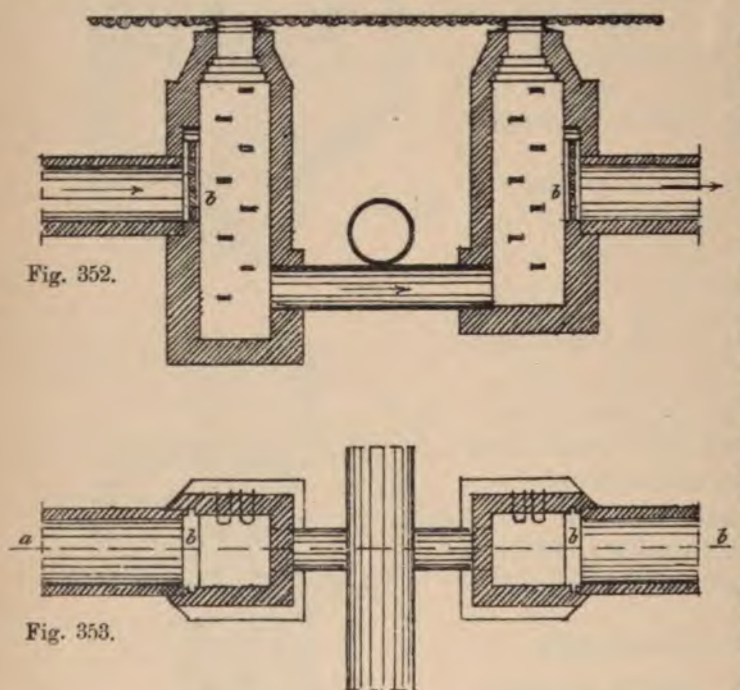


Fig. 352.

Fig. 353.

Das Dükerrohr soll stets aus Eisen bestehen. An seinen beiden Enden soll sich ein Einsteigeschacht befinden. Der vor dem Dükerrohr liegende Schacht soll mit einem Schlammfang und mit einer Spülvorrichtung versehen sein, um die mitgeschwemmten Sinkstoffe am Eintritt in das Dükerrohr zu hindern und um dieses kräftig durchspülen zu können.

Figur 352 und 353 zeigen die Unterdükerung eines Strassenkanals unter ein Wasserleitungsrohr. Bei b sind Falze für Dammbalkenverschlüsse angeordnet, um die Dükeranlage, behufs Vornahme von Ausbesserungen, absperren zu können. Weitere Unterdükerungsanlagen finden sich in „Deutsch, Der Wasserbau", I. Teil, Taf. 28 und 29, sowie im II. Teil, Fig. 15 und Taf. 4 bis 6. Ebenda befinden sich auch ausführliche Berechnungsangaben.

b) Die Heberleitungen.

Geheimrat Frühling schreibt in seinem mehrfach erwähnten Werke „Die Entwässerung der Städte, Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig, 1903" über die Anwendung der Heber bei der Städtekanalisation folgendes:

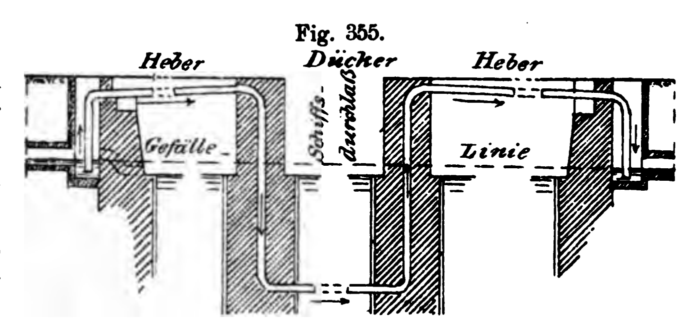


Fig. 354.

„Die Anwendung eines Hebers ermöglicht die Leitung des Wassers oberhalb der Gefälllinie A — B (Fi-

gur 354) und zwar gilt für H der Grenzwert 10 m — h, wenn die Länge einer dem Luftdruck entsprechenden Wassersäule zu 10 m angenommen wird und h das zur Bewegung des Wassers erforderliche Gefälle bezeichnet. Des sicheren Betriebes wegen pflegt man H um 1 bis 2 m kleiner zu wählen; auch dann bleibt noch immer Höhe genug übrig, um die Benutzung eines Hebers in verschiedenen Fällen als vorteilhaft erscheinen zu lassen. Die Ausführung einer geradlinigen Verbindung der Punkte A und B erfordert natürlich wegen der grösseren Tiefe vermehrte Erdarbeit und erhöhte Kosten, namentlich wenn der Untergrund wasserreich oder felsig ist.“

Fig. 355.



Die im Heber sich bildenden Gase sind durch Absaugung zu entfernen, wozu man sich am zweckmäfsigsten einer Luftpumpe bedient, da diese nicht nur die Gase absaugt, sondern auch durch Luftverdünnung im Innern des Hebers denselben wieder in Gang setzt, falls er einmal eine Betriebsunterbrechung erleiden sollte.

Bekanntere Heberanlagen sind die zur Unterleitung der Schmutzwässer eines Stadtteils in Paris über den Schiffahrtskanal St. Martin. In Breslau führt eine Heberleitung das Schmutzwasser von 5000 Menschen von der Sandinsel über den Oderstrom. Andere Anlagen befinden sich in Potsdam, Spandau usw.

Die Heberrohre bestehen, ebenso wie die Dükerrohre, aus Eisen und werden meist an eine vorhandene Brücke aufgehangen.

Bisweilen werden auch Heber und Düker zusammen verwandt, wie Fig. 355 zeigt, welche ebenfalls dem vorerwähnten Werke von Frühling entnommen ist.

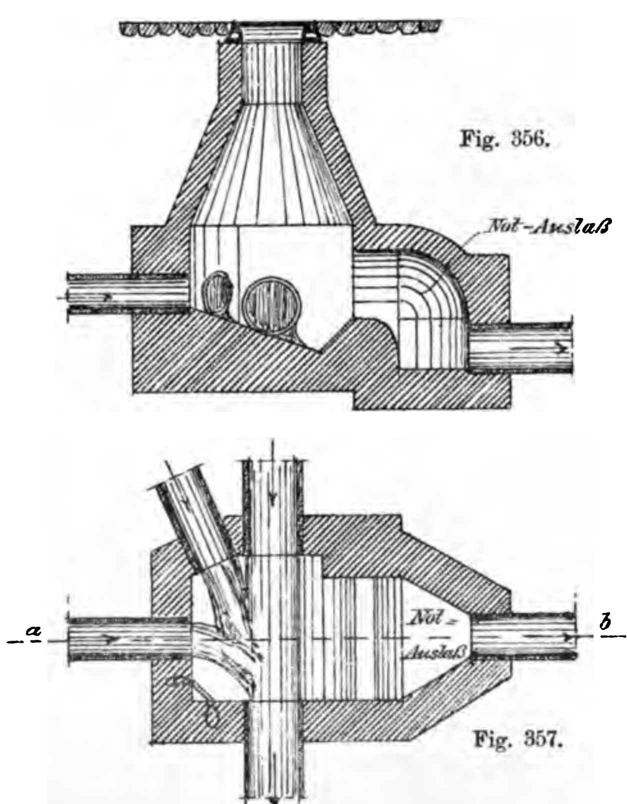


Fig. 356.

Fig. 357.

6. Die Notauslässe.

Notauslässe dienen zur Entlastung der Strassenkanäle bei starken Regengüssen und treten, wie auf Seite 168 u. 169 ausgeführt

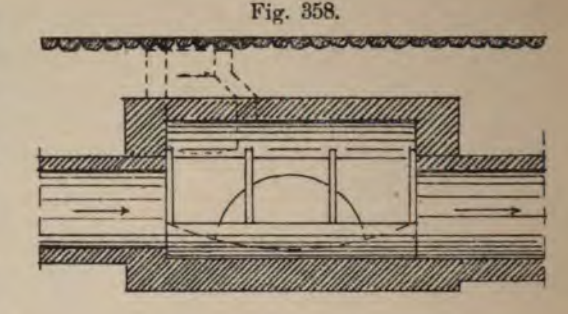
ist, in Tätigkeit, sobald der Wasserstand in der Strassenleitung eine gewisse Höhe erreicht hat.

In den Figuren 356 und 357 ist ein Notauslass dargestellt, wie er bei Rohrleitungen und in Fig. 358 und 359 ein solcher, wie er bei gemauerten Kanälen oft ausgeführt wird.

Um zu verhindern, dass das Hochwasser im Vorfluter in den Kanälen Rückstau erzeugt und dadurch durch Ueberschwemmung der Kellerräume usw. Schaden anrichtet, ist es notwendig, an der Abzweigungsstelle des Notauslasses einen Dammbalken- oder einen selbsttätig wirkenden Klappenverschluss einzulegen.

Besitzt der Notauslass eine grössere Breite, wie in unserer Figur, so wird er durch eiserne Träger in einzelne Fächer geteilt, deren jedes dann durch Dammbalken verschlossen wird.

Fig. 358.



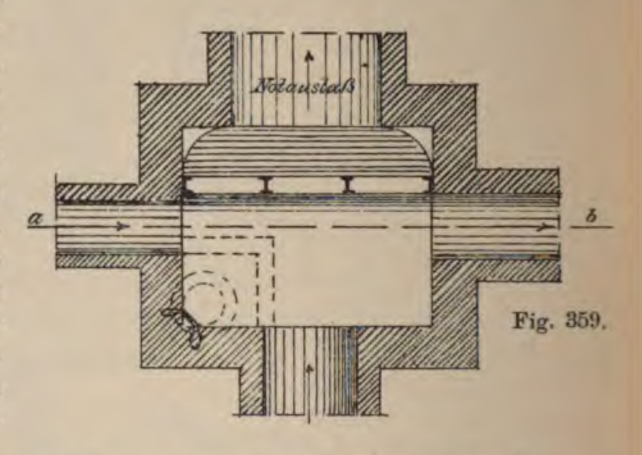


Fig. 359.

Figur 360 zeigt einen Hängeklappenverschluss, wie ihn die Halberger Hütte bei Brebach baut, für eine Rohrleitung — wo Hochwasserverschlüsse, ebenso wie bei Notauslässen unter Umständen angeordnet werden müssen — und Fig. 361 einen solchen für einen grösseren Notauslass aus der Geigerschen Fabrik in Karlsruhe in Baden.

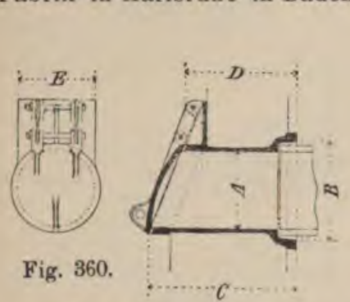


Fig. 360.

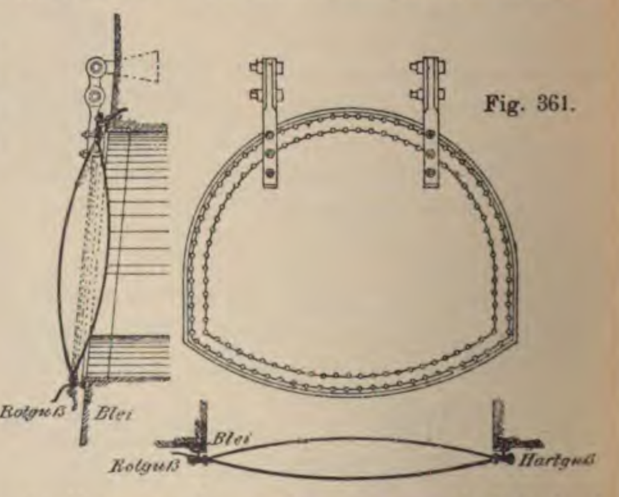


Fig. 361.

Jeder Notauslass muss zugänglich gemacht werden, was gewöhnlich durch einen Einsteigeschacht geschieht.

Die Ausmündungen der Notauslässe und solcher Kanäle, die direkt in den Vorfluter münden, sollen des Rückstaues wegen möglichst hoch über der

Sohle des Wasserlaufes, der ihnen als Vorfluter dient, aber stets unter Mittelwasser liegen. Gegen Hochwasser sind sie durch einen Dammbalken- oder einen selbsttätig wirkenden Hänge-Klappenverschluss zu verschliessen.

Das Mündungsbauwerk (Fig. 362 und 363) ist stets mit einem Schlammfang oder einem Abschlussgitter zu versehen, um den Eintritt grober Schmutz-

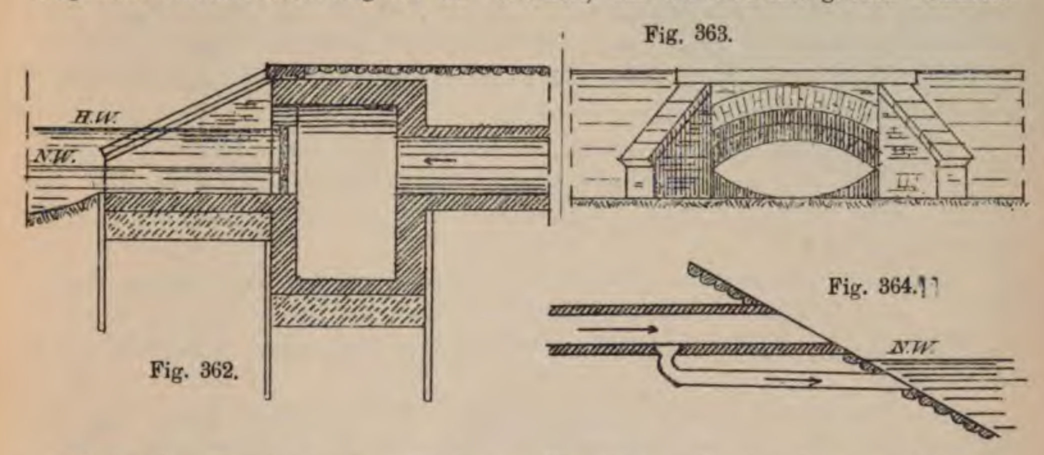


Fig. 362. Fig. 363. Fig. 364.

stoffe in den Flusslauf zu verhindern. Fig. 364 stellt den Längenschnitt der Mündungsstelle des Münchener Hauptkanals dar. In dem kleinen unter Niedrigwasser mündenden Rohrauslass fliesst das Schmutzwasser mit genügender Geschwindigkeit bei Trockenwetter ab, während der grosse Auslass nur bei Regenwetter in Tätigkeit tritt.

G. Hebung des Kanalwassers und Sandfänge.

Liegt der Wasserspiegel des das Kanalwasser aufnehmenden Flusslaufes ständig oder zeitweise höher als die Kanalmündungen oder liegt die Reinigungsanlage (6. Abschnitt) des Kanalwassers höher als der Kanal, so muss das Wasser gehoben, d. h. gepumpt werden.

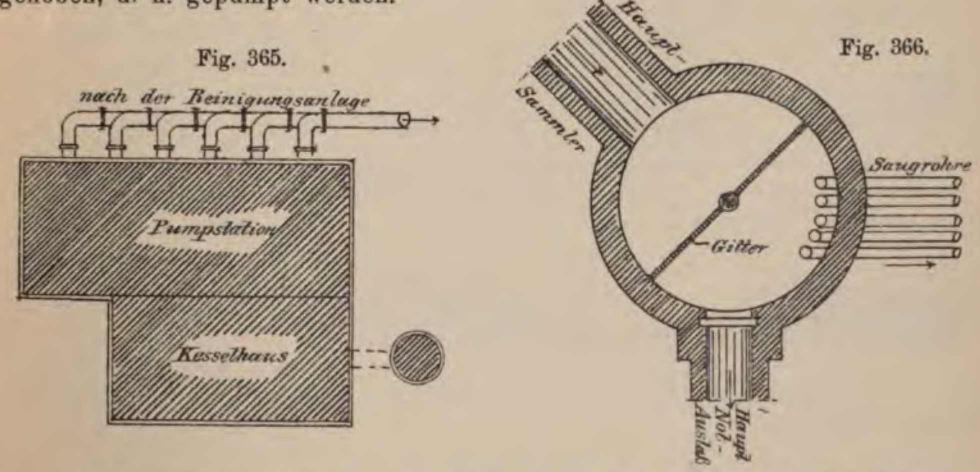


Fig. 365. Fig. 366.

Zu diesem Zwecke muss das Abwasser vor dem Pumpwerke (Fig. 365) zunächst von seinen gröbsten Schmutzstoffen befreit werden, was in einem Sand-

fange geschieht. Dem in Fig. 366 im Grundriss dargestellten Sandfang wird das Abwasser aus der Stadt durch den Hauptsammelkanal (Stammkanal) zugeführt. Der Sandfang ist durch ein Gitter, dessen Stäbe etwa 10 mm voneinander entfernt sind, in zwei Teile geteilt. Vor dem Gitter sammeln sich die Schwimmstoffe und werden, soweit sie einen grösseren Durchmesser als 10 mm haben und nicht zertrümmert werden, zurückgehalten und von Zeit zu Zeit durch Hand- oder mechanische Arbeit entfernt. Das das Gitter durchfliessende Wasser gelangt in die Saugerohre, wird dann durch die Pumpen abgesaugt und nach dem Flusslauf oder der Reinigungsanlage gedrückt.

Jeder Sandfang muss mit einem Notauslass, dem sogen. Haupt-Notauslass, versehen sein, welchem diejenigen Wassermengen zugeführt werden, die den Pumpen nicht zugeleitet werden können, was z. B. bei starken Regengüssen der Fall sein wird.

Ausser der kreisrunden Form der Sandfänge mit fast wagerechtem Boden, kommen auch noch solche mit kegelförmigem Boden vor, deren Spitze nach unten gerichtet ist (Fig. 224), ebenso quadratische oder achteckige Grundrissformen (Fig. 223).

Der Vorteil des kegelförmig zulaufenden Bodens besteht darin, dass der Schlamm nach dem tiefsten Punkt gedrängt wird — dem sogen. Pumpensumpf — und somit leichter entfernt werden kann.

Kleinere Schlammmengen werden mit der Hand (Schaufel), grössere durch Ausbaggern, Auspumpen oder Absaugen entfernt.

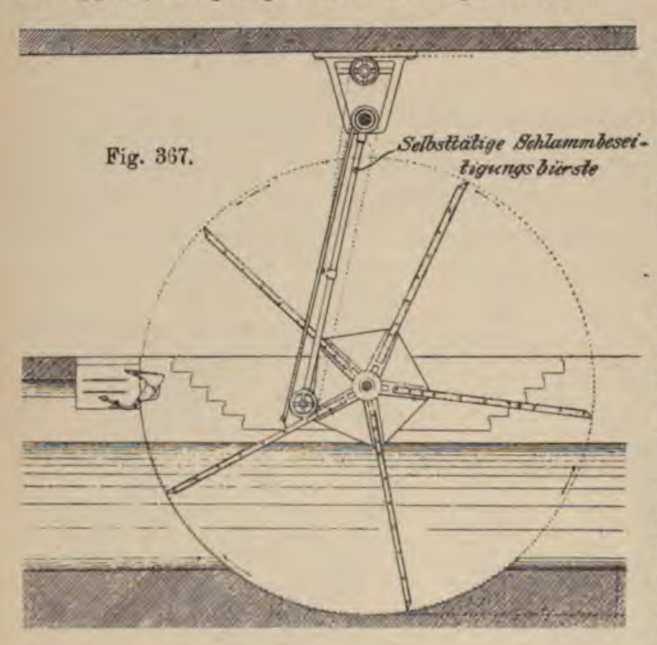


Fig. 367.

Die Grösse des Sandfanges wird so angenommen, dass die mittlere Durchflussgeschwindigkeit des Trockenwetterabflusses in der Sekunde 10 bis 15 cm beträgt.

Die Gitter können, wie in Fig. 366, senkrecht oder schräg stehend angeordnet sein, ebenso können sie fest oder beweglich konstruiert werden. Im letzteren Falle bestehen sie gewöhnlich aus mehreren Flügeln (Figur 367*), welche um eine horizontale Achse drehbar und so angeordnet sind, dass immer ein Flügel den Sandfangquerschnitt schliesst. Der Sandfang hat in diesem Fall stets eine quadratische oder rechteckige Grundform.

*) Fig. 367 ist der sogen. „Frankfurter Klärrechen", welcher von der Geigerschen Fabrik in Karlsruhe in Baden gebaut wird.

Taf. V.

Schnitt A.-B.

Schnitt C.-D

B.

D.

A.

C.

Reich, Der städtische Tiefbau.

Als Beispiel einer grösseren Pumpenanlage möge die im Jahre 1896 von der Firma Gebr. Körting in Körtingsdorf bei Hannover für die Kanalisation der Stadt Königsberg i/Pr. erbaute und auf Taf. V abgebildete Pumpstation dienen.

Die Anlage bestand zunächst aus einem 4pferdigen, stehenden Leuchtgasmotor und einem Elektromotor, welche beide je eine Zentrifugalpumpe von 1,2 cbm Leistung in der Minute betreiben. Das Eigenartige dieser Anlage ist die selbsttätige Arbeitsweise des Elektromotors. Steigt das Wasser in die zu entleerenden Räume, so rückt der Elektromotor selbsttätig ein und die Pumpe fördert so lange, bis der Widerstand gesunken ist, worauf die Ausschaltung ebenso selbsttätig erfolgt.

Darauf lieferte die Firma im Jahre 1899 zwei Anlagen von so bedeutendem Umfange, wie sie mit Gasmotoren bisher noch nicht ausgeführt sind und wie sie auf Taf. V dargestellt ist.

Die Anlage besteht aus:

5 Gasmotoren mit je 80 PS. Normalleistung
2 „ „ „ 50 „ „

dazu ist 1 Reservemotor mit 50 PS. Normalleistung vorgesehen; 3 Kolbenpumpen dienen zur Bewältigung der normalen Leistung von zusammen 1620000 Stundenliter, 7 Zentrifugalpumpen zur Bewältigung der Regenwassermengen mit zusammen 2160000 Stundenliter.

Die Anordnung ist so getroffen, dass jeder Gasmotor jede Pumpe betreiben kann.

Die Gasmotoren stehen auf einer erhöhten Plattform, auf welcher auch die Kühlwasserpumpe, die zum Anlassen der Motoren erforderliche Druckluftpumpe nebst Windkessel und die Entlüftungspumpe für die Zentrifugalpumpen untergebracht sind.

Sämtliche Motoren arbeiten auf eine gemeinsame, unterhalb liegende Welle, die mit Reibungskuppelungen versehen ist, so dass Teile der Welle, die mit den Regenwasserpumpen in Verbindung stehen, ausgekuppelt werden können. Zur Einschaltung der einzelnen Pumpen dienen ebenfalls Reibungskuppelungen.

Ausser der Hebung des Kanalwassers durch Pumpen kann dies auch mittels Druckluft (Shone-System) geschehen. Hierbei wird das Entwässerungsgebiet in mehrere Bezirke geteilt. An der tiefsten Stelle eines jeden Bezirks ist ein Behälter eingebaut, nach welchem das Abwasser geleitet wird. Aus diesem Behälter wird dann das Wasser durch Pressluft in die Ableitungskanäle gehoben, welche es der Reinigungsanlage oder dem Vorfluter zuführen.

Man bezeichnet den Behälter als „Ejektor“ und die ganze Anlage mit Ejektorstation.

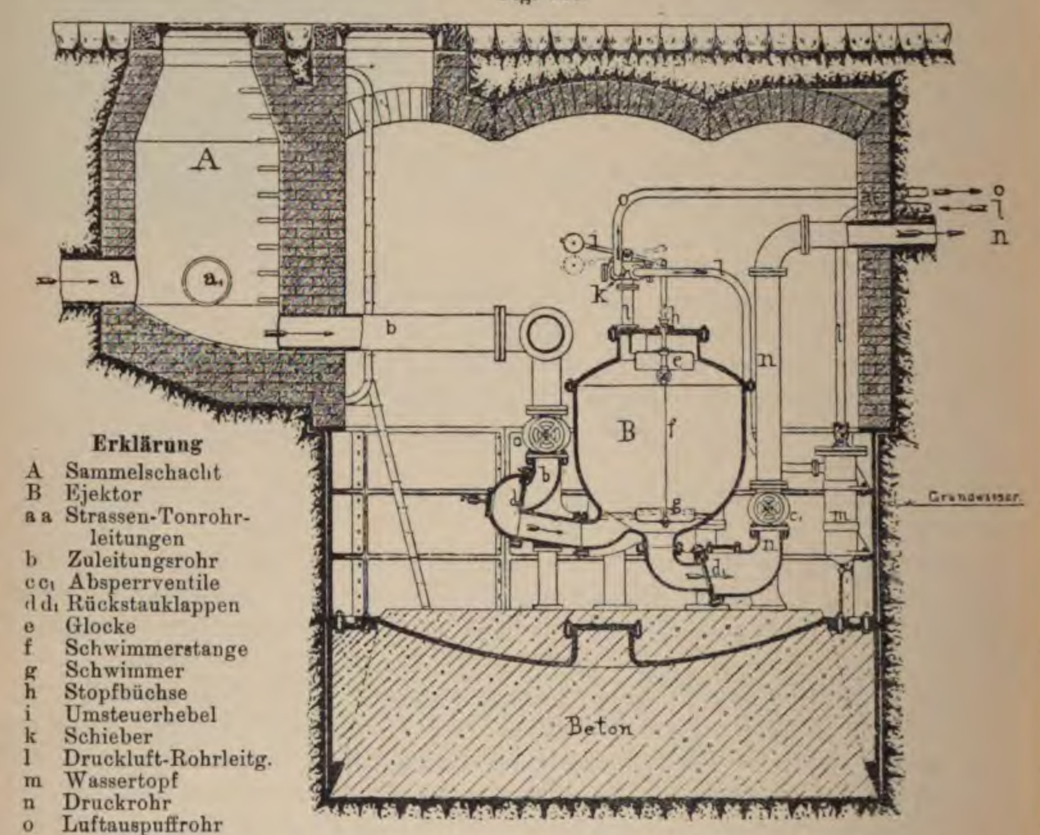
Die in Fig. 368 dargestellte Ejektorstation wird von der Firma Erich Merten in Berlin S.W. gebaut und besteht aus einer massiven Kammer, in welcher der Ejektor mit Zubehör untergebracht ist.

In der Voraussetzung, dass die Station im Grundwasser eingebaut werden muss, besteht der untere Teil der Kammerwandung aus einem gusseisernen Ring, welcher sich auf einen gusseisernen Brunnenschuh aufsetzt, während der über dem Grundwasser liegende Teil der Wandung in Mauerwerk ausgeführt wird.

Will man einen zweiten Ejektor als Reserve in demselben Schachte unterbringen, so erhält dieser einen entsprechend grösseren Durchmesser.

Die Tonrohre a und a_1, welche die Strassenleitungen darstellen, münden in dem mit Einsteigeöffnung und Leiter versehenen Sammelschachte A. Von diesem fliessen die durch die Tonrohre zugeführten Abwässer mit natürlichem Gefälle durch die Zuleitungsrohre b in den gusseisernen Ejektor B. In das Rohr b ist

Fig. 368.



ein Absperrventil c und eine Rückstauklappe d eingeschaltet. Das Wasser steigt nun im Ejektor allmählich, bis es unter die Glocke e tritt. Sobald dies geschieht, wird die in der Glocke befindliche Luft komprimiert und dadurch die Glocke samt der Stange f und dem Schwimmer g gehoben. Die Stange f geht am Kopfe des Ejektors durch eine Stopfbüchse h und bringt durch ihre Hebung den Umsteuerhebel i in die punktierte Lage. Hierdurch wird der Schieber k umgesteuert, welcher nun der durch das Rohr l von der Zentralstation her zugeführten Druckluft den Eintritt in den Ejektor gestattet. In das Rohr l ist ein Wassertopf m eingeschaltet zur Zurückhaltung des von der Luft mitgerissenen Wassers. Der Druck setzt sich auf die im Ejektor bis oben unter die Glocke anstehende Flüssigkeit, treibt sie in das Druckrohr n und senkt dieselbe so weit, bis sie unter den Schwimmer g hinabgedrückt ist. In dem Druckrohr n ist eine Rückstauklappe d_1 und ein Absperrventil c_1 eingeschaltet. In dem Schwimmer g bleibt die Flüssigkeit stehen. Sobald er frei wird, zieht er durch sein Gewicht die Stange f und damit die Glocke e wieder in ihre ursprüngliche, in der Zeichnung dargestellte Lage zurück, der Steuerhebel i nimmt ebenfalls wieder seine

erste Lage ein, der Schieber k sperrt den Zutritt der Druckluft wieder ab und öffnet für diese das Auspuffrohr o. Ein neues Abwasserquantum kann durch das Zulaufrohr b wieder eintreten und das Spiel des Ejektors beginnt von neuem.

H. Die getrennte Abführung des Brauch- und Regenwassers.

Werden die gesamten Wassermengen eines Entwässerungsgebietes, also die Brauch- und Regenwässer, in einer Leitung gemeinsam abgeführt, so spricht man von einer Kanalisation nach dem „Mischverfahren", geschieht die Ableitung der Brauch- und Regenwässer getrennt, so heisst dies eine Kanalisation nach dem „Trennverfahren"; gleichgültig aber, ob Misch- oder Trennsystem, nennt man die bisher besprochene Art der Beseitigung städtischer Abwässer allgemein „Schwemmverfahren".

Andere Arten der Beseitigung städtischer Schmutzwässer sind zum Beispiel: das „Abfuhrsystem", bei welchem die Entfernung der Fäkalien durch Abfuhr, und das vorbesprochene „Shone-System", bei welchem dies durch Druckluft geschieht.

Beim Trennverfahren wird das Brauchwasser gewöhnlich in unterirdischen Leitungen abgeführt, während das Regenwasser entweder oberirdisch oder in einer besonderen Leitung ebenfalls unterirdisch abgeführt werden kann.

Die oberirdische Abführung des Regenwassers empfiehlt sich nur bei kleineren Entwässerungsgebieten oder, wenn ein Fluss die Stadt durchzieht, für die in der Nähe des Flusses liegenden Strassenzüge. Voraussetzung ist dabei, dass die Rinnsteine ein solches Gefälle besitzen und so konstruiert sind, dass das Wasser schnell abfliessen kann und dass es ferner nicht auf zu langen Strecken oberirdisch abfliessen muss, bis es in den Vorfluter gelangt oder sonstwie unterirdisch verschwindet.

Ob sich für eine Stadt die Einrichtung einer Entwässerungsanlage nach dem Misch- oder nach dem Trennverfahren empfiehlt, wird unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse und nach genauer Abwägung der nachstehend aufgeführten Vor- und Nachteile zu entscheiden sein. Uebrigens kommt es auch vor, dass in derselben Stadt ein Teil derselben nach dem Misch- und ein anderer nach dem Trennverfahren entwässert wird.

Die Vorteile einer Entwässerungsanlage nach dem Trennverfahren sind im wesentlichen folgende:

Ist das Wasser zu heben, so kann die Pumpenanlage kleiner sein, erfordert also geringere Betriebskosten, als wenn das Regenwasser mit gehoben werden muss.

Fig. 369.



Da die Regenkanäle nur frostfrei zu liegen brauchen, also mit ihrem Anfangspunkte dichter unter der Strassenoberfläche beginnen können, so kann man, was namentlich für im Flachlande gelegene Städte von grosser Wichtigkeit ist, ihnen ein grösseres Gefälle und damit geringeren Querschnitt geben.

Muss das Wasser auf künstliche Weise gereinigt werden, ehe es endgültig im Vorfluter beseitigt wird, so kann die Abwasserreinigungsanlage eine geringere

Ausdehnung erhalten, als wenn das Regenwasser mit über die Reinigungsanlage geleitet werden muss.

Bei starken Regenfällen tritt oft ein Rückstau in den Strassenleitungen auf, welcher das Kanalwasser den Hausleitungen zuführt und in den Gebäuden Ueberschwemmungen und andere Uebelstände herbeiführt. Dies fällt fort, sobald das

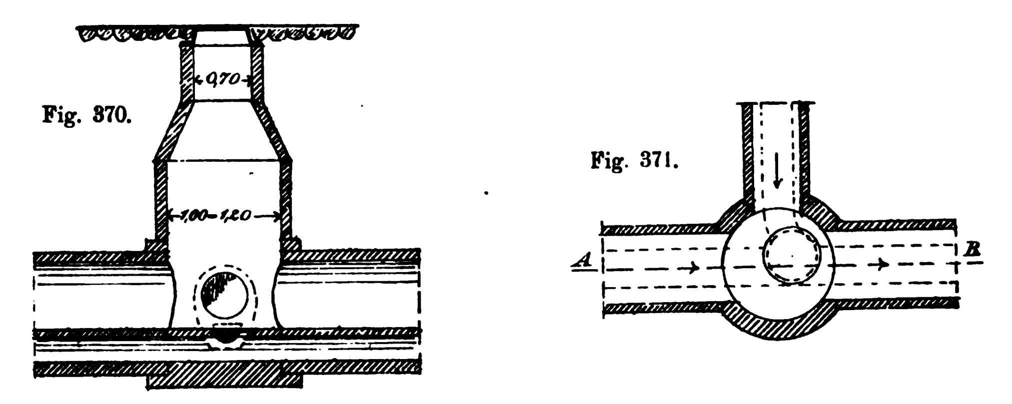


Fig. 370. Fig. 371.

Regenwasser nicht mit dem Schmutzwasser in gemeinsamer Leitung abgeführt wird.

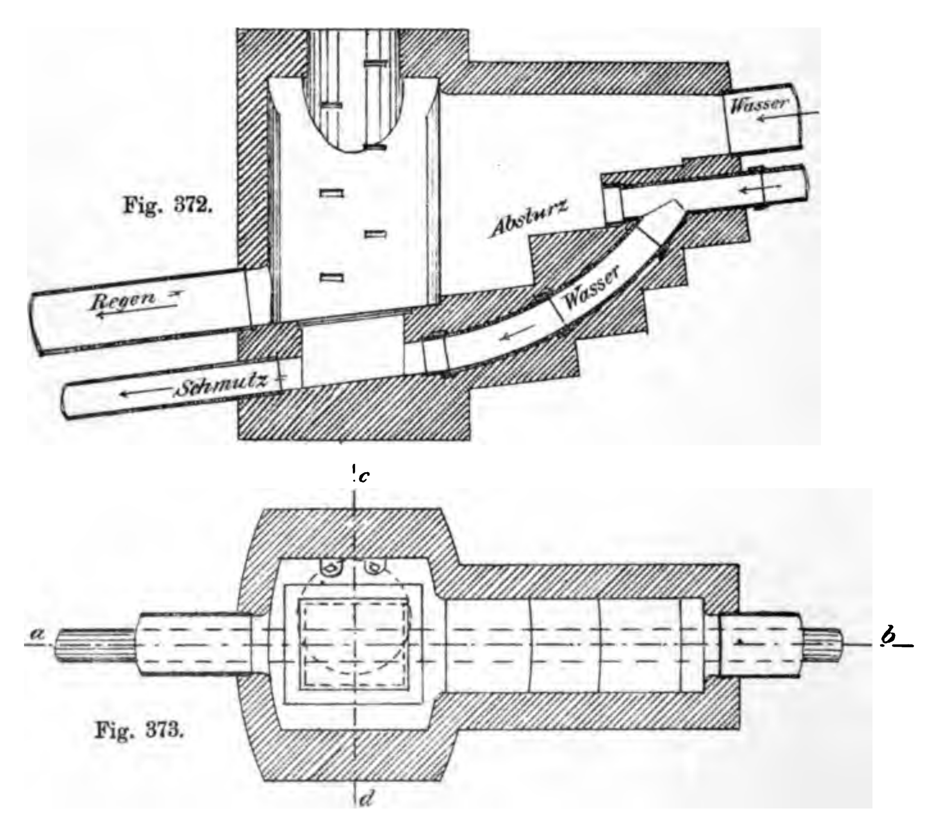


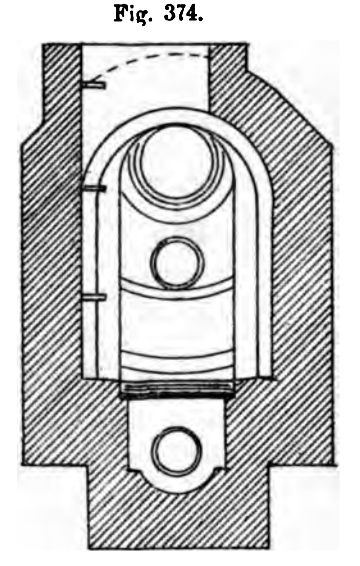
Fig. 372. Fig. 373.

Diesen Vorteilen des Trennverfahrens stehen aber auch **Nachteile** gegenüber, die hauptsächlich darin bestehen, dass durch die unmittelbare Einführung der

Regenwässer in den Vorfluter, welche den Sand und die Schmutzstoffe von den Strassenoberflächen mitführen, eine Verschmutzung desselben eintreten kann.

Die Baukosten erhöhen sich durch die Anlage getrennter Rohrleitungen für Schmutz- und für Regenwasser; auch werden hierdurch die Betriebs- und Unterhaltungskosten des Kanalnetzes erhöht.

Fig. 374.



In Fig. 369*) ist gezeigt, wie die Konstruktion doppelter Kanäle in Zementbeton erfolgen kann, und Fig. 370 und 371*) stellt im Grundriss und Schnitt einen Einsteigeschacht für Doppelkanäle in Bromberg dar.

In Fig. 372 bis 374 ist ein Normalschacht der Kanalisation der Stadt Baden-Baden dargestellt. Baden-Baden entwässert nach dem Trennsystem, wobei das Tagewasser gleichzeitig zum Spülen der die Abwässer aufnehmenden Leitung dient.

Ferner kann dort die Kanalleitung nicht mit durchgehendem Gefälle ausgeführt werden, weil die Strassen zum grössten Teil an den steil ansteigenden Ufern des die Stadt durchziehenden Oosbaches emporsteigen. Es sind daher zur Vermittelung des Kanalgefälles in den Schächten Abstürze angeordnet.

Die Spülung des Schmutzwasserkanals geschieht, nachdem vorher der den unteren Teil des Schachtes abschliessende Deckel, über den für gewöhnlich das Regenwasser fliesst, fortgenommen ist, durch das über die Abstürze fliessende Regenwasser.

Die beiden Leitungen für die getrennte Abführung der Brauch- und Regenwässer in zwei gesonderte Baugruben unterzubringen, empfiehlt sich im allgemeinen, schon wegen der bedeutend höheren Kosten, nicht.

Ueber die Herstellung von Hausentwässerungsanlagen muss auf das mehrfach erwähnte Werk „Prof. A. Opderbecke, Die allgemeine Baukunde“, Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig, verwiesen werden.

VI. Abschnitt.

Die Reinigung und Beseitigung städtischer Abwässer**).

Eine der wichtigsten Fragen des Städtegesundheitswesens ist die unschädliche Beseitigung und Reinigung städtischer Abwässer, d. h. des aus den Hauswirtschaften, Aborten und Gewerbebetrieben stammenden Schmutzwassers, weniger

*) Aus „Frühling, Die Entwässerung der Städte,“ Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig, entnommen.

**) Unter teilweiser Benutzung meiner Veröffentlichung im Jahrgang 1905 der „Welt der Technik“, Organ der polytechnischen Gesellschaft in Berlin. Reich.

des Regenwassers. Es ist aber auch eine im höchsten Mafs wirtschaftliche Frage. Einmal, weil die in den Städten zum Abfluss gelangenden Abwässer Stoffe enthalten, welche als Düngemittel von grösstem Wert für die Landwirtschaft sind und weil daher aus diesem Grunde die Städte versuchen müssen, durch den Verkauf des Abwassers oder der in ihm enthaltenen Dungstoffe sich eine Einnahme zu verschaffen, welche mindestens die Kosten der Reinigung deckt.

Es ist noch garnicht so lange her, dass man das Abwasser auf kürzestem Wege dem nächsten Wasserlaufe zuführte, ohne Rücksicht auf die Anwohner, die schiffahrttreibende Bevölkerung und das Fischleben. Die Folge dieser höchst bequemen Art der Abwasserbeseitigung war denn auch bald genug zu spüren. Zunächst nur dadurch, dass das Flusswasser sich trübte und sich Schlammbänke bildeten; dann aber wurde bei immer weiterer Zuführung von Schmutzwasser die Luft verpestet, es entstanden Krankheiten epidemischen Charakters und die Fische starben ab.

Das nächste was geschah, war die Beseitigung aller innerhalb des bewohnten Stadtgebiets in den Fluss mündenden Kanaleinläufe und Einführung derselben in einen Abfangkanal (Fig. 290). Dieser Abfangkanal führte dann die Schmutzwässer an einer Stelle unterhalb der Stadt in den Flusslauf.

Dadurch hatte man zwar die Unannehmlichkeiten für die eigene Bevölkerung beseitigt, alle übrigen Uebelstände blieben aber bestehen.

Erwähnt sei hier die sogen. Selbstreinigung der Flüsse, d. h. die Fähigkeit, ihnen zugeführte, feste und schädliche Schwimmstoffe zu vernichten. Diese Selbstreinigung wird um so grösser sein, je grösser die Wasserführung des Flusses, je reiner das Flusswasser ist, je schneller es dahinfliesst und je besser das Schmutzwasser vor seinem Einlauf in den Fluss bereits gereinigt ist.

So kann z. B. die Stadt Cöln a. Rh. ihre Abwässer nach nur ganz oberflächlicher Befreiung von den gröbsten Schmutzstoffen unbedenklich in den Rhein*) ableiten, während die Stadt Posen die ihren nur nach sorgfältiger Reinigung in die Warthe entlassen darf; ebenso muss die Stadt Frankfurt a. M. ihre Abwässer klären, ehe sie sie dem Main zuführt.

Die Ansprüche, welche an die Reinheit des Abwassers gestellt werden, sind sehr verschieden. Entweder wird verlangt, dass nur die im Abwasser vorhandenen Schwimmstoffe in weitestem Mafse aus diesem entfernt werden (Abwasserklärung) oder aber, dass auch die im Abwasser vorhandenen kleinen schädlichen Lebewesen — Mikroorganismen — vernichtet sein müssen (Abwasserreinigung), ehe das Wasser dem öffentlichen Wasserlauf zugeführt werden darf.

In den Fällen, in denen man sich mit einer rein mechanischen Befreiung des Abwassers von seinen Schwimm- und Sinkstoffen für gewöhnlich begnügen kann, sind Vorkehrungen zu treffen, welche es ermöglichen, bei etwaigen Epidemien eine Desinfektion des Abwassers vornehmen zu können, ehe es in den Vorfluter gelangt.

Die Desinfektion des Abwassers hat stets erst dann zu geschehen, wenn es bereits von seinen Schmutzstoffen befreit ist, nie vorher. Als Desinfektionsmittel wird dem Wasser meistens Chlor beigemischt, welches, da es für das Fischleben schädlich ist, wieder entfernt werden muss, ehe das Wasser in den Flusslauf gelangt.

*) Das Verdünnungsverhältnis beträgt bei Niedrigwasser noch 1 : 1230.

Zur Reinigung von fäulnisfähigen Abwässern stehen uns sechs Verfahren zur Verfügung:

1. Die Berieselung.
2. Die intermittierende Bodenfiltration.
3. Die Entschlammung oder mechanische Reinigung.
4. Das Kohlebreiverfahren.
5. Das biologische Verfahren.
6. Die Reinigung auf elektrischem Wege.

1. Die Berieselung.

Die Berieselung erfolgt in der Weise, dass das Abwasser, nachdem es in einem Sandfange seine gröbsten Schwimmstoffe abgesetzt hat, über geeigneten und vorbereiteten*) (aptierten) Boden geleitet wird. Beim Durchsickern durch den Boden wird das Wasser gereinigt und fliesst dann mittels einer in der Erde in 1 bis 2 m Tiefe liegenden Drainrohrleitung dem Vorfluter zu.

Da der zu berieselnde Boden also als Filter wirken soll, so muss er durchlassend sein. Aber noch aus einem anderen Grunde empfiehlt sich durchlassender Boden. Im Boden vollzieht sich infolge der Tätigkeit kleiner und kleinster Lebewesen die Oxydation der Abwässer, d. h. ihre Ueberführung in teils unschädliche, teils für die Ernährung der auf den Feldern angebauten landwirtschaftlichen Pflanzenprodukte wichtige Formen. Diese Arbeit wird durch den Hinzutritt von Luft unterstützt, welche naturgemäfs nur in durchlassenden Boden eindringen kann.

Würde man denselben Boden immer wieder berieseln, so würde bald eine Sättigung und schliesslich eine Uebersättigung desselben eintreten, d. h. die Wirkung der Berieselung würde aufhören. Aus diesem Grunde muss der Rieselbetrieb ein intermittierender sein, d. h. nach der jedesmaligen Berieselung eines Ackerstückes folgt eine Ruhepause, deren Länge sich nach der Konzentration des Rieselwassers und nach der Aufnahmefähigkeit des Bodens richtet.

Die Drainröhren haben nicht nur den Zweck, das gereinigte Wasser abzuführen, sondern auch bei der Durchlüftung des Bodens zu helfen. Eine Entfernung der Saugdrains von 8 bis 10 m hat sich für beide Zwecke gut bewährt.

Die Berieselung ist zwar die wirksamste aber auch die teuerste Anlage. Sie erfordert grossen, stets wachsenden Grundbesitz — da auf 1 ha die Abwässer von nicht mehr als 250 Menschen**) gereinigt werden sollen — und ist im Betrieb unwirtschaftlich, wegen des beschränkten Absatzes der auf den Rieselfeldern wachsenden landwirtschaftlichen Produkte.

Ein Versuch, das ungereinigte Wasser der Landwirtschaft unmittelbar zu überlassen, ist in Posen gemacht worden und unter dem Namen „Eduardsfelder System" bekannt.

Der Gutsbesitzer Noebel auf Eduardsfelde bei Posen nimmt dieser Stadt einen Teil ihrer Abwässer ab und benutzt sie zur Düngung der Aecker und

*) Ausführliches über die Anlage von Rieselfeldern siehe: Reich, Das Meliorationswesen. Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig, 1905.

**) Nur bei besonders günstigen Umständen kann man bis zu 500 Menschen und bei weitgehender Vorklärung des Abwassers 1000 und mehr Menschen auf 1 ha rechnen.

Wiesen seines Gutes. Die Fäkalien werden aus den Häusern nach einer Sammelgrube gefahren und von hier aus durch eine eiserne frostfrei liegende Muffenrohrleitung von 150 mm l. W. nach dem 3 km von Posen entfernten Eduardsfelde gedrückt. Die Triebkraft liefert ein Benzinmotor von 18 PS. In Eduardsfelde ist dann eine gleichfalls frostfrei gelegene eiserne Muffenrohrleitung von 100 mm l. W. vorhanden, welche auf eine Länge von 2800 m das 260 ha grosse Gut durchzieht. Jedes Feldstück hat Anschlussstellen mit Standrohr und Abschlussschiebern, an welche tragbare, zutage liegende Flanschrohre von 52 mm l. W. angeschraubt werden können. Am Ende dieser Leitung wird ein Spritzenschlauch von 20 m Länge mit einem Stahlrohr mit 15 bis 25 mm weiter Mundöffnung angeschraubt, durch welches jedesmal eine Fläche von 80 m Durchmesser oder ein Quadrat von 60 m Seitenlänge besprengt werden kann. Durch Verkürzung und Verschiebung der transportablen Rohrleitung können drei Arbeiter täglich 100 bis 150 cbm Abwasser auf 2 bis 4 ha aussprengen. Nicht verwendetes Wasser wird in Sammelbehältern angesammelt.

An Stelle des Abfahrens der Fäkalien aus den Häusern kann man dieselben absaugen (System Liernur) und nach der Sammelgrube drücken.

2. Die intermittierende Bodenfiltration.

Die intermittierende Bodenfiltration ist in Deutschland über Versuche noch nicht hinausgekommen, dagegen mit bestem Erfolge von vielen nordamerikanischen Städten angewendet worden. Mit derselben sollen die Abwässer von 2500 Menschen auf 1 ha dauernd gereinigt werden können, woraus sich die Wirtschaftlichkeit derselben ohne weiteres ergibt.

Dünkelberg*) sagt, dass auf einer normalen Bodenfiltrations-Anlage die Reinigung von 30000 cbm Abwasser pro Tag in 24 Stunden auf 3 ha Filterfläche vorgenommen werden kann, wenn weitere 6 bis 7 ha Reserveflächen vorhanden sind und die benutzten Filterflächen jedesmal 48 Stunden ruhen können. Jedes Filterbeet soll $^1/_4$ ha gross sein und die Drains bei 4 m Entfernung 1,10 bis 1,20 m tief liegen.

Ausführliche Angaben finden sich in dem unten näher bezeichneten Buche von Dünkelberg.

3. Die mechanische Reinigung.

Die mechanische Reinigung besteht darin, dass man das Abwasser langsam durch langgestreckte Becken oder durch tiefe Brunnen fliessen lässt. Infolge ihrer Schwere sinken die gröberen Schwimmstoffe zu Boden und das geklärte Wasser fliesst ab.

Die Wassergeschwindigkeit in den Becken beträgt gewöhnlich 2 bis 4 mm und in den Brunnen bis zu 1 mm in der Sekunde.

Ein Nachteil der mechanischen Reinigung ist der, dass die im Abwasser etwa befindlichen Bakterien nicht mit vernichtet werden, sondern mit dem geklärten Wasser in den Vorfluter gelangen und hier sehr viel zur Verbreitung von Seuchen beitragen können.

---

*) „Dünkelberg, Die Technik der Reinigung städtischer und industrieller Abwässer durch Berieselung und Filtration," Verlag von Vieweg & Sohn in Braunschweig, 1900.

Um den Reinigungseffekt zu erhöhen, kann man dem Abwasser Chemikalien — gewöhnlich Kalkmilch und kieselsaure Tonerde — beimischen. Durch diese wird eine Flockenbildung im Wasser erzeugt, welche beim Zubodensinken auch die leichten Schwebestoffe mit sich hinabreisst. Eine wesentliche Verminderung der im Abwasser etwa befindlichen schädlichen Lebewesen ist auch bei diesem Verfahren nicht beobachtet worden, wohl aber eine bedeutende Vermehrung des Schlammes.

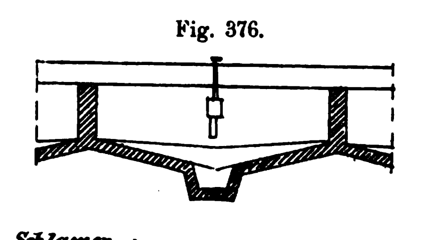
Die Becken werden gewöhnlich massiv hergestellt. Ihre Sohle wird entweder gewölbt oder sie erhält ein Pflaster, welches Gefälle nach einer in der Achse des Beckens angeordneten Rinne hat. In dieser Rinne bezw. der tiefsten Stelle des Gewölbes sammelt sich der Schlamm und wird hier später abgezogen.

Die Schlammhöhe soll gewöhnlich 30 cm nicht überschreiten, und der Wasserstand darüber etwa einen Meter betragen. Rechnet man vom Wasserspiegel bis zum Beckenrand noch etwa 25 cm, so ergibt sich eine Beckentiefe von 1,50 bis 1,60 m.

Bei grösseren Anlagen sind die Becken überwölbt, was sich überhaupt im Interesse der Nachbarschaft und der an der Kläranlage beschäftigten Arbeiter bei allen Anlagen empfiehlt.

In Fig. 375 und 376 ist im Längen- und Querschnitt ein der Baukunde des Ingenieurs („Baumeister, Städtisches Strassenwesen und Strassenreinigung") entnommenes Flachbecken von rechteckiger Form für unterbrochenen Betrieb dargestellt. Die Ausmündung liegt, um Platz für den Schlamm zu lassen, etwas höher als die Sohle und 1,2 bis 2,0 m tiefer als der Einlauf. Um den Schlamm nicht aufzurühren, wählt man eine flache, breite Form des Einlaufs und bedient sich zum Ablassen des geklärten Wassers eines Hebers oder eines drehbaren Rohres. Der Boden des Beckens ist senkrecht und in der Richtung der Längsachse geneigt und zwar gegen eine Vertiefung, in welche ein Saugschlauch zum Absaugen des Schlammes gehängt wird. Die Hebung des Schlammes kann indessen auch durch einen Bagger, eine fahrbare Pumpe, eine dauernde Pumpenanlage oder einen pneumatischen Apparat geschehen.

Fig. 376.



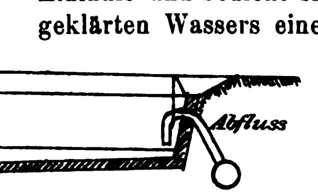


Fig. 375.

Bei der Berechnung der Grösse und Anzahl der erforderlichen Becken nimmt man an, dass die Füllung und Entleerung eines Beckens $^1/_2$ bis 1 Stunde Zeit erfordert und der durch Versuche festzustellende, sich nach der Art des Wassers richtende Aufenthalt im Becken 2 bis 12 Stunden dauert.

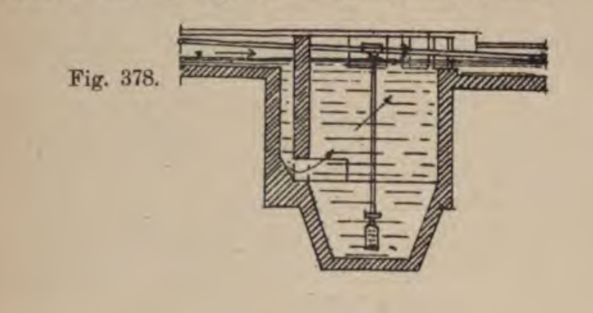
Die Beseitigung des Schlammes geschieht natürlich nicht nach jedesmaligem Gebrauch, sondern meist erst, wenn mehrere Füllungen abgelassen sind.

Zu den Becken mit ununterbrochenem Betriebe gehören in erster Reihe die Sandfänge (Fig. 366 und frühere Figuren). Sie dienen nicht allein

zur selbständigen mechanischen Klärung der Abwässer, sondern finden auch als Vorklärer, d. h. zur Beseitigung der gröbsten Schwimmstoffe, bei Rieselanlagen und den anderen Reinigungsverfahren Anwendung.

Im übrigen verweise ich auf die ausführlichen Beschreibungen auf Seite 199 und flgde. An Stelle des dort erwähnten Gitters kann auch der Sandfang, ebenso wie die Klärbecken und Brunnen, eine Eintauchplatte zum Zurückhalten der groben Stoffe erhalten.

Die sonst noch vorkommenden Arten, Abwässer auf mechanischem Wege in Flachbecken zu reinigen, bestehen meistens darin, dass man das Wasser langsam durch mittels Querwände — ähnlich wie in Fig. 379/380 dargestellt — in einzelne Abteilungen geteilte, langgestreckte Becken laufen lässt. Der Uebergang des Wassers von einer Abteilung zur anderen erfolgt fast immer in der Weise, dass das Wasser entweder in der Höhe des Wasserspiegels mittels Ueberfällen oder — aber seltener — an der Sohle der Becken übertritt, oder schliesslich in der in Fig. 380 dargestellten Weise.


Fig. 378.

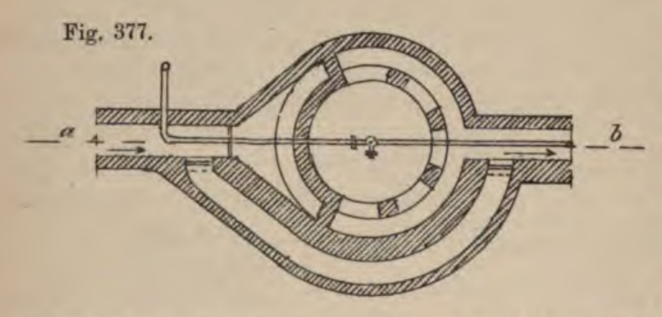


Fig. 377.

Ausser den Flachbecken werden auch Brunnen, in welchen durch eingebaute senkrechte Querwände das Abwasser gezwungen wird, ab- und aufwärts zu steigen und hierbei seine Schwebestoffe abzusetzen, verwandt.

Die Figuren 377 und 378, welche ebenfalls dem vorgenannten Buche von Baumeister entnommen sind, stellen im Grundriss und Schnitt einen Klärbrunnen dar. Das Abwasser fliesst von dem Zuflusskanal in eine um den eigentlichen Brunnen herumführende Gallerie im unteren Teil desselben in diesen, steigt empor, während sich die Schmutzstoffe zu Boden senken, und verlässt durch am oberen Ende angebrachte Ueberfälle den Brunnen wieder. Durch eine feste Schlammleitung wird der Schlamm abgesogen, ohne dass für gewöhnlich der Betrieb unterbrochen werden muss. Kommt das Wasser, infolge starker Regengüsse, bereits stark verdünnt am Klärbrunnen an, so umfliesst es, ohne den Brunnen passiert zu haben, diesen mittels einer Umlaufleitung und gelangt direkt in den Abflusskanal.

Von anderen mechanischen Reinigungsanlagen hat sich das Reinigungssystem Rothe-Röckner (Rothe & Co., Berlin NW.) vielfach bewährt. Dasselbe besteht (Fig. 379 und 380) aus einem massiven Brunnen, in welchen eine eiserne Glocke eintaucht. Das mit Chemikalien gemischte Abwasser fliesst durch ein eisernes Rohr unter einen schirmartigen Stromverteiler. In dem eisernen Klärzylinder

wird die Luft verdünnt und dadurch das Wasser in diesen gehoben, während der Schlamm sich auf dem Boden des Brunnens sammelt. Der Ablauf des ge-

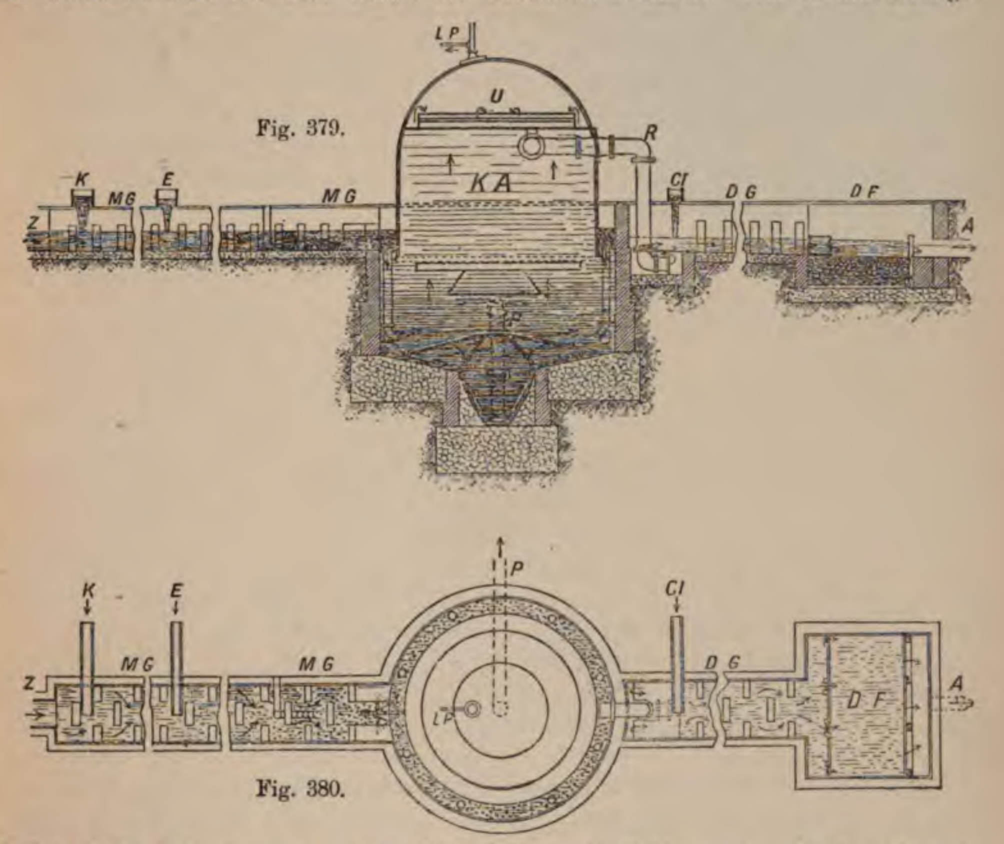


Fig. 379.

Fig. 380.

Z Zulauf des Schmutzwassers. M G Mischgerinne. K Kohlenzusatz. E Eisensalzzusatz. L P Zur Luftpumpe. U Ueberlauf des geklärten Wassers. R Ablaufrohr. K A Klärapparat. P Zum Schlammentwässerungs-Apparat. Cl Chlorkalkzusatz. D G Desinfektionsgerinne. D F Desinfektionsfilter. A Ablauf des geklärten Wassers.

reinigten Wassers erfolgt durch eine eiserne Heberleitung, während der Schlamm ausgepumpt wird.

Das Rothe-Röcknersche Verfahren wird meist in Verbindung mit dem

4. Kohlebreiverfahren

angewandt, wie es auch in den Figuren 379 und 380 dargestellt ist. Das von dem verstorbenen Privatdozenten Dr. Degener erfundene Kohlebreiverfahren besteht im wesentlichen darin, dass in einem vor dem Klärapparat angeordneten Mischgerinne Braunkohle oder Torferde in Breiform und schwefelsaures Eisenoxyd beigemischt wird und dieses gemischte Schmutzwasser dann in vollkommener Weise im Klärzylinder gereinigt wird.

Hinter dem Klärapparat kann man noch ein Desinfektionsgerinne anlegen, in welchem dem gereinigten Wasser das Desinfektionsmittel (Chlor) beigemischt wird. Am Ende des Desinfektionsgerinnes, nachdem der Chlor auf das Wasser eingewirkt hat, durchläuft dasselbe einen Filter, scheidet hier den Chlor wieder aus und gelangt nunmehr zum endgültigen Abfluss.

Eine grosse Rolle spielt bei allen mechanischen und chemisch-mechanischen Reinigungsverfahren die Schlammfrage, da es nicht immer möglich sein wird, die ungeheuren Schlammmengen verwerten oder manchmal auch nur beseitigen zu können. Alle bisherigen Versuche, den Schlamm der Landwirtschaft als Düngemittel zugänglich zu machen, haben keinen Erfolg gehabt, da der Landmann die Abnahme grösserer Schlammmengen und auf grössere Entfernungen wegen des verhältnismäfsig geringen Dungwerts ablehnt. Ausserdem kann der Landwirt den Schlamm nicht zu jeder Zeit abnehmen und ihn wegen seines hohen Wassergehaltes (durchschn. 90 Proz.) schlecht transportieren.

Mitunter wird dem Schlamm das Wasser in Filterpressen zum grössten Teil entzogen, dieser darauf zu Briketts gepresst, welche dann entweder der Landwirtschaft abgelassen oder verbrannt werden.

Einige Städte vermischen den entwässerten Schlamm mit dem Strassen- und Hauskehricht und geben diesen Kompost als Düngemittel ab.

Die vorgenannte Firma Rothe & Co. beseitigt in neuerer Zeit den Schlamm durch Vergasung. Durch die Vergasung in einem Generator gelingt es, ein Heizgas von genügend gleichmäfsiger Zusammensetzung zu erzeugen und damit nach entsprechender Reinigung einen Gasmotor anstandslos zu betreiben.

Die aus den Klärrückständen gewonnene Kraft kann man in Elektrizität umsetzen und durch Fernleitung der Industrie nutzbar machen. Die im Generator zurückbleibende Asche und Schlacke kann von der Landwirtschaft wegen der darin enthaltenen Kalisalze und Phosphate als Düngemittel benutzt werden.

Die Stadt Cassel verwertet den auf ihrer Reinigungsanlage anfallenden Schlamm in der Weise, dass sie demselben das in ihm enthaltene Fett entzieht, dieses verkauft und den entfetteten Schlamm zu Kunstdünger verarbeitet.

5. Die biologische Abwässerreinigung.

Die beste, aber leider nur selten anwendbare Art der Reinigung städtischer Schmutzwasser ist die Berieselung. Ihr steht am nächsten im Erfolge das biologische Verfahren.

Bei diesem vollzieht sich der Reinigungsprozess in künstlich hergestellten Reinigungskörpern, den sogen. Oxydationskörpern, auch Bakterien- oder Kontaktbecken genannt. Zur Anwendung desselben bedarf es keiner an örtliche Verhältnisse gebundenen Vorbedingungen, noch sind Grundflächen von grösserem Umfange erforderlich, da sich das Abwasser von etwa 1000 Menschen durch einen Oxydationskörper von 150 qm Grundfläche reinigen lässt.

Man rechnet gewöhnlich auf 1 cbm tägliches Abwasser 1,2 bis 3 cbm Filtermaterial oder 1 bis 3 qm Filteroberfläche.

Der Oxydationskörper besteht aus einer 1,0 bis 2,5 m — beim Dittlerschen Verfahren bis zu 6 und mehr Meter — hohen Schicht von Schlacke aus Kesselfeuerungen, Hochöfen, aus Koks, Ziegelbrocken oder anderem geeigneten Material, welches in Korngrössen von 3 bis 80 mm aufgeschichtet ist. Die richtige Wahl des Materials der Oxydationskörper spielt eine wichtige Rolle, weil hiervon der Erfolg und die Kosten des biologischen Verfahrens abhängen. Die Schüttmasse besitzt dem Abwasser gegenüber folgende Eigenschaften:

1. Die Flächenwirkung der grossen Oberfläche und der vielen Ecken und Kanten der Schüttungsmasse.

2. Die Berührungswirkung (Kontakt oder katalytische Wirkung) des in der Schütttungsmasse enthaltenen Eisenoxydes oder darin enthaltener Oxyde anderer Metalle.

3. Die Wirkung der in der Schüttung wuchernden Kleinlebewesen, welche durch ihre Lebenstätigkeit die im Abwasser vorhandenen schädlichen Stoffe in unschädliche verwandeln. Nach dieser Tätigkeit der Kleinlebewesen führt das Verfahren den Namen „biologisches".

4. Die Wirkung des Sauerstoffs der zutretenden Luft, welchen die vorgenannten Mikroorganismen zur Erhaltung ihrer Tätigkeit brauchen.

5. Die Entgasung, d. h. die Befreiung des Abwassers von den gasartigen, im Abwasser aufgelösten Produkten der Zerstörung der organischen Beimischung.

Von allen Materialien hat sich harte Schlacke und Koks am besten bewährt.

Wir unterscheiden bei der biologischen Reinigung zwei Verfahren: das intermittierende oder Stauverfahren und das kontinuierliche oder Tropfverfahren.

Die Korngrösse des Materials ist bei dem Stauverfahren zu 3 bis 30 mm und beim Tropfverfahren 80 mm und grösser zu nehmen.

Je nach dem geforderten Reinigungsgrade legt man beim Stauverfahren einen oder zwei Oxydationskörper an. Der eine Körper, auf den das Abwasser zunächst gelangt, wird aus grösseren Stücken hergestellt und bildet ein „Grobfilter", während der zweite, aus feineren Stücken bestehend, als „Feinfilter" zur Nachreinigung dient. Beim Tropfverfahren begnügt man sich meist mit einem Filter.

Vor der Aufleitung der Abwässer auf die Oxydationskörper ist es notwendig, dieselben so weitgehend als möglich von Schwebestoffen zu befreien, damit die Körper nicht zu schnell verschlammen. Diese Vorklärung geschieht auf mechanischem Wege durch Sandfänge, Rechenwerke, Absatzbecken (Fig. 381 u. 382) oder am besten in Faulräumen (Fig. 385 und 386). Letztere sind entweder luftdicht verschlossen oder aber nur überdeckt. Sie besitzen den Vorteil, dass einerseits die Oxydationskörper wenig oder gar nicht verschlammen, andererseits der in dem Faulbecken sich ablagernde Schlamm durch Vergasung und Verflüssigung bis auf etwa $^2/_3$ seiner ursprünglichen Menge vermindert wird.

Die Stärke der Filterschicht beträgt beim Stauverfahren meist 1,0 bis 1,50 m, beim Tropfverfahren bis zu 2,50 m und bei den Dittlerschen Kokstürmen 6 und mehr Meter.

Das intermittierende oder Stau-Verfahren geht in der Weise vor sich, dass die von Schwebestoffen befreiten Abwässer auf den Oxydationskörper geleitet und nach etwa zweistündigem Verweilen in demselben abgelassen werden. Zur Erholung (Regenerierung) bleibt der Körper mehrere Stunden leer stehen. Die Beschickung mit vorgeklärtem Abwasser geschieht drei- bis fünfmal täglich.

Der Oxydationskörper beim Tropf-, Riesel- oder Sprinklerverfahren besteht ebenfalls aus Schlacke, die jedoch von grösserem Korn, etwa 80 mm bis Faustgrösse und so aufgeschichtet ist, dass die Luft zu dem Körper möglichst leicht hinzutreten kann. Es sind also keine mit Mauern dicht umschlossene Becken wie beim Stauverfahren erforderlich.

Auf diese Körper wird das Abwasser tropfförmig, mittels durchlochter Rinnnen, fester oder beweglicher Sprenger, auch Sprinkler genannt, verrieselt

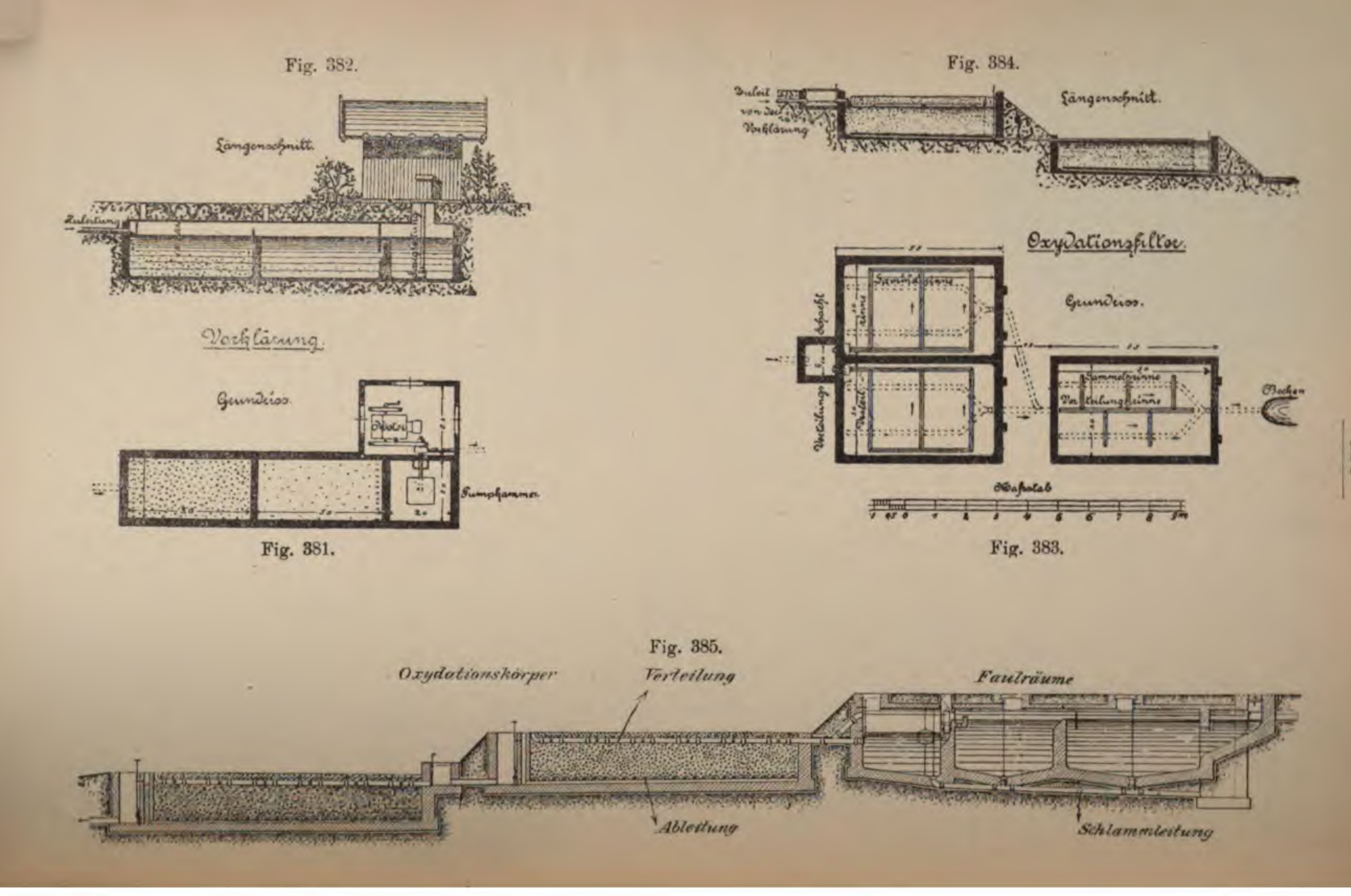


Fig. 382.

Fig. 381.

Fig. 384.

Fig. 383.

Fig. 385.

und fällt nun, von einem Schlackenstücke zum anderen gelangend, durch den ganzen Körper durch, bis es schliesslich an der Sohle gereinigt abfliesst.

Figur 381 bis 385 stellen zwei Reinigungsanlagen nach dem Stauverfahren dar. Die Zuleitungsrinnen sind etwa 20 cm tief in den Körper eingebettet (Dunbarsches Verfahren), um das Auftreten übler Gerüche zu verhindern. Die Ableitung des gereinigten Wassers geschieht meist durch eine auf der Sohle liegende Drainageleitung.

In gleicher Weise wie in vorstehenden Figuren werden auch die Tropfkörper gebildet, nur dass hierbei meist die umschliessende Mauer fortfällt.

Durch grosse Regenmengen stark verdünntes Schmutzwasser wird entweder dem Vorfluter direkt zugeführt oder nach vorheriger oberflächlicher, mechanischer Reinigung in Klärbecken (Absitzbecken) bezw. nach oberflächlicher biologischer Reinigung im Grobfilter in diesen entlassen.

Auch beim biologischen Verfahren sind Vorkehrungen für etwaige Desinfektion des gereinigten Schmutzwassers zu treffen.

Ein sehr gut arbeitendes biologisches Reinigungsverfahren ist das von der früheren Firma F. W. Dittler in Berlin ausgeführte und welches wie folgt beschrieben wird (Fig. 386):

Nachdem die Fäkalien durch das Einlaufrohr a in den ersten Faulraum o gelangt sind, treten die mitgeführten Mikroorganismen infolge des Luftabschlusses

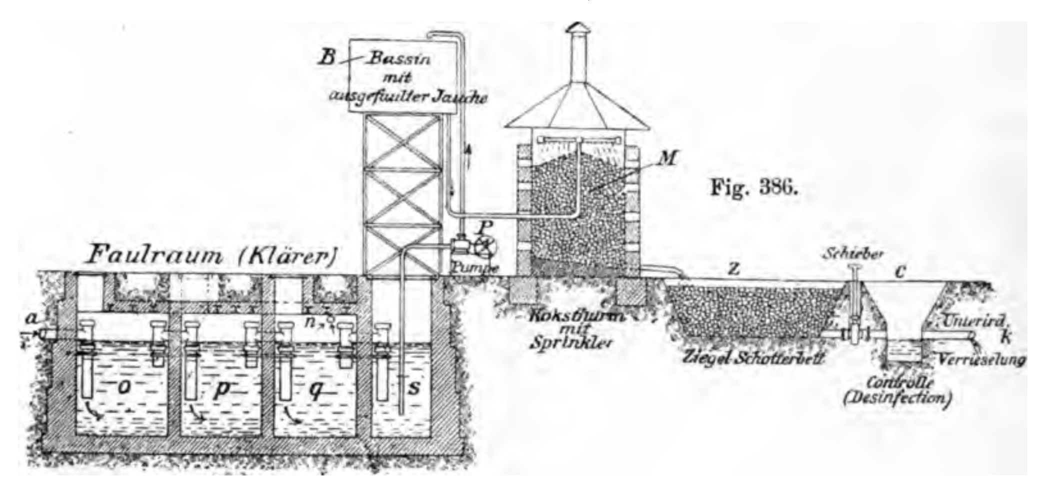


Fig. 386.

sofort in erhöhte Tätigkeit, d. h. die organischen Bestandteile der Jauche zerfallen schnell. Im Faulraum p und q findet dann noch eine Nachgärung statt, worauf die bereits fast ganz farb- und geruchlose Jauche in den Entgaser s gelangt.

Die sich im Faulkörper bildenden Gase entweichen bei n. Nunmehr wird das Abwasser durch eine kleine Pumpe auf ein Bassin gehoben und von hier aus durch einen drehbaren Sprinkler auf ein Koksbett verteilt. Das Koksbett wird umschlossen von einem gemauerten Turm, in dem sich Oeffnungen befinden, durch welche Luft in das Innere des Kokskörpers dringt und den Reinigungseffekt verstärkt. Das Abwasser dringt tropfenweise bis zur Sohle des Koksturmes und gelangt von hier aus auf ein Ziegelschotterbett. Hier bleibt es zwei Stunden stehen und wird dann abgelassen. Zwischen Ziegelschotterfilter

und Ablauf wird zweckmäfsig noch ein Revisionsschacht eingebaut, welcher zu gleicher Zeit, bei Epidemien, als Desinfektionsraum benutzt werden kann.

Das über dem Koksturm angebrachte Dach soll etwaigen üblen Geruch zurückhalten; es ist daher nur da notwendig, wo die Anlage in der Nähe menschlicher Wohnungen errichtet wird.

Der Koks besteht in den unteren Teilen des Turmes aus 15 mm grossen Stücken, nach oben hin aus immer gröberem Korn, bis schliesslich oben eine Korngrösse aufliegt, wie sie aus den Kokswerken erhältlich ist.

Die Grösse der Ziegelbrocken des Ziegelschotterbettes schwankt zwischen 10 und 20 mm.

Das in einer biologischen Anlage gereinigte Abwasser kann in den kleinsten Vorfluter entlassen oder auch unterirdisch, bei geeignetem kiesigen Boden, in diesen verrieselt werden. Durch diese beiden Möglichkeiten ist es manchen Gemeinden überhaupt erst möglich geworden, eine Kanalisationsanlage zu schaffen.

6. Die Reinigung durch Elektrizität.

Die bisherigen wiederholten Versuche, städtische Abwässer durch Elektrizität zu reinigen, haben einen Erfolg, welcher zu ihrer Anwendung in der Praxis ermutigte, nicht gehabt.

Am bekanntesten sind die Versuche, welche Webster und Hermite angestellt haben:

Bei dem Websterschen Verfahren muss das Wasser Chloride in hinreichender Menge enthalten oder diesem in Form von Kochsalz zugesetzt werden. Ebenso ist es notwendig, das Abwasser in ständiger Bewegung zu erhalten. Als Elektroden werden Eisenplatten verwendet.

Der Erfolg des Verfahrens soll eine vollständige Oxydation der organischen Stoffe und eine wesentliche Herabminderung der Bakterienzahl sein. Trotzdem eignet sich das Verfahren nicht für die praktische Ausführung, weil es viel zu teuer und in seinen Erfolgen zu schwankend ist.

Das Hermitesche Verfahren bezweckt im Gegensatz zu dem vorigen nur eine Desinfektion des Abwassers. Seewasser oder mit Kochsalz und Chlorammonium versetztes gewöhnliches Wasser wird elektrolisiert, bis es etwa 3 g freien Chlor im Liter hat und darauf mit der sechs- bis siebenfachen Menge Wasser vermischt. Dieses Präparat wird als Spülwasser für die Klosette benutzt.

Die Einwirkung auf die Bakterien ist nur gering, ebensowenig findet eine Zerstörung oder Auflösung der festen Stoffe statt.

Die Kosten für die verschiedenen Reinigungsarten schwanken in weiten Grenzen und betragen für den Kopf der Bevölkerung jährlich:

bei Berieselungsverfahren	0,50	bis	2,0	Mk.
„ biologischem Verfahren	0,80	„	2,0	„
„ chemisch-mechanischem Verfahren	0,60	„	0,80	„

Als Schlussergebnis dieses Abschnittes kann über die Anwendbarkeit der verschiedenen Reinigungsarten folgendes gelten:

1. Das Berieselungsverfahren verdient in allen Fällen, in denen es angewendet werden kann, sowohl hinsichtlich der Kosten, als auch des Reinigungserfolges den Vorzug vor den übrigen Methoden.

2. Dasselbe gilt, falls weitere Versuche günstig ausfallen, in noch höherem Mafse von der intermittierenden Bodenfiltration.

3. Das biologische Verfahren bietet nach den bisherigen Erfahrungen einen den beiden vorstehend genannten, fast gleichwertigen Ersatz. Es wird daher überall da, wo Rieselfeldanlagen ausgeschlossen sind, in erster Linie in Betracht zu ziehen und tunlichst durch eine wenig kostspielige Versuchungsanlage für den jeweilig vorliegenden Fall auszuproben sein.

4. Mechanische Verfahren kommen nur bei Vorflutern mit grosser Wasserführung in Frage.

5. Chemisch-mechanische Verfahren sind bis auf wenige, wegen der mit ihnen verbundenen Unzuträglichkeiten und der ungenügenden Wirkungsweise nicht zu empfehlen.

6. Die Reinigung auf elektrischem Wege kommt nach dem Ergebnis der bisherigen Versuche überhaupt nicht in Frage.

Welche Bedeutung die einwandfreie Abführung und Beseitigung der Schmutzwässer, ebenso wie die ordnungsmäfsige Wasserversorgung für den Gesundheitszustand der Bevölkerung, und zwar namentlich der schon an und für sich unter ungünstigeren gesundheitlichen Verhältnissen lebenden städtischen Bevölkerung, besitzt, kann man daraus ersehen, dass die preussische Staatsregierung am 1. April 1901 eine besondere Behörde für die Bearbeitung der Wasserversorgungs- und Schmutzwasserbeseitigungs-Angelegenheiten, die Königliche Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung in Berlin errichtet hat. Diese Behörde, welche aus höheren Baubeamten, Medizinern und Chemikern besteht, hat sich gutachtlich über ihre von Verwaltungen und Privaten vorgelegte Bauentwürfe, über ausgeführte Anlagen usw. zu äussern, selbständige wissenschaftliche Arbeiten auszuführen und zu solchen anzuregen.

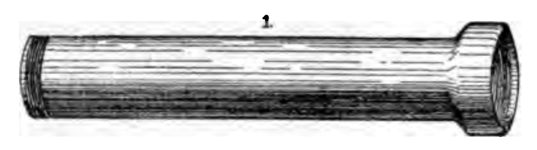
Die Anstalt, welche in der kurzen Zeit ihres Bestehens schon sehr segensreich gewirkt hat, wird nicht allein von preussischen Staats- und städtischen Behörden und in Preussen wohnenden Unternehmerfirmen in Anspruch genommen, sondern auch ausserhalb Preussens hat man sich bereits vielfach ihrer Mitwirkung bedient.

Auf keinem Gebiete zeigt sich wohl ein so reger Eifer, neues zu erfinden und altes zu verbessern, wie auf dem der Abwasserreinigung und -Beseitigung. Es ist daher bei dem heutigen Stande der Dinge auf diesem Gebiete nicht möglich zu sagen, welches der vorbesprochenen Reinigungssysteme den Vorzug vor anderen verdient und es wird dies selbst dann kaum zu sagen sein, wenn die forschende und erfindende Tätigkeit zu einem gewissen Abschluss gelangt sein wird. Auch dann wird es notwendig sein, von Fall zu Fall unter Berücksichtigung aller Umstände sich für die geeignetste Reinigungsmethode zu entscheiden.

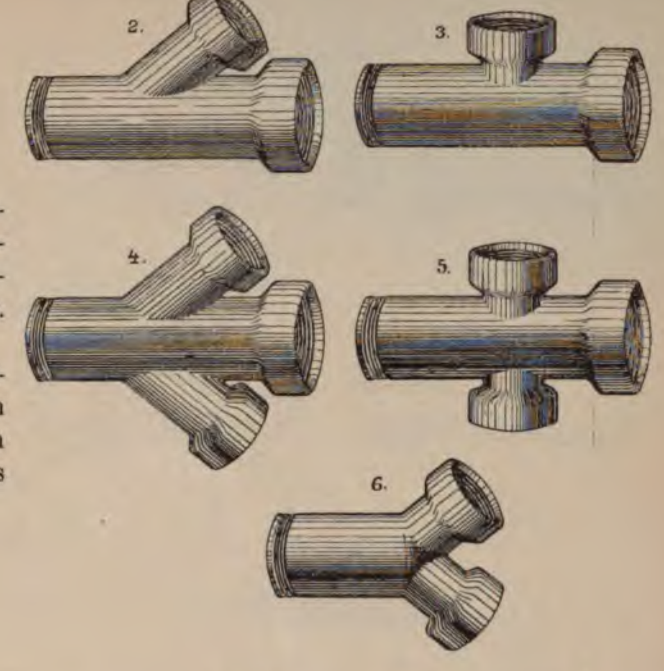
Anhang.

Tabellen.

Gerade runde Steinzeugröhren mit Salzglasur.



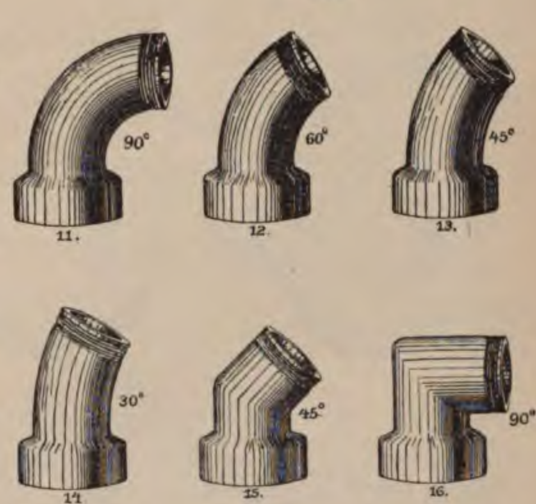
Lichte Weite mm	Wand-stärke etwa mm	Lichte Weite der Muffe etwa mm	Länge der Muffe mm	Gewicht pro Meter inkl. Verpackung annähernd kg	Anzahl der auf 10000 kg-Wagen verladbaren lfd. Meter etwa
50	15	110	60	9	1110
75	16	137	60	12	835
100	17	164	60	16	625
110	20	180	70	19	526
125	18	193	60	20	500
150	19	224	70	24	418
160	20	230	70	28	357
175	20	251	70	29	345
200	20	276	70	34	291
210	—	—	—	—	—
225	21	303	70	40	250
240	—	—	—	—	—
250	22	334	70	48	210
270	—	—	—	—	—
275	23	361	70	53	190
300	25	390	70	63	159
325	26	417	70	70	143
350	28	446	70	80	125
360	—	—	—	—	—
375	29	473	70	90	111
390	—	—	—	—	—
400	30	500	70	100	100
425	32	529	70	115	87
450	34	558	70	130	77
475	35	585	70	140	71
500	36	612	70	150	67
510	—	—	—	—	—
550	39	668	70	175	56
600	41	722	70	200	50
650	43	776	70	220	46
700	45	830	70	255	39
800	47	944	70	320	31
1000	—	—	—	—	—



Abzweige.

Nr. 2, „ 3, „ 6	0,60 m lange einfache Abzweige sowie Gabelrohre rechnen für $1^1/_2$ m Rohr.
Nr. 4, „ 5	0,60 m lange doppelte Abzweige rechnen für 2 m Rohr von der Lichtweite des Hauptrohres.

Bogen- u. Knieröhren.



Bogen und Kniee Nr. 11 bis 16 rechnen.

bis 250 mm lichte Weite für 1 m Rohr
von 275 bis 400 mm lichte Weite für $1^1/_4$ m Rohr
von 425 bis 450 mm lichte Weite für $1^1/_2$ m Rohr
von 475 und mehr mm lichte Weite für 2 m Rohr

der entsprechenden Lichtweite.

Doppel-bogen.



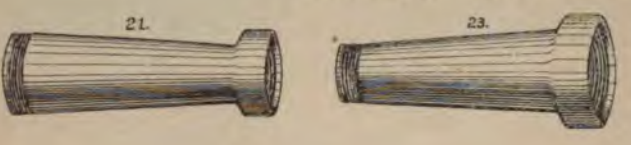
Abschluss-bogen.

Doppelmuffen. **Putzröhren mit Deckel.**



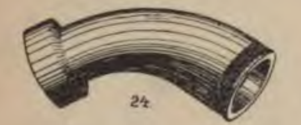
Nr. 17 Doppelbogen rechnen für $1^{1}/_{3}$ m Rohr
Nr. 18 Abschlussbogen rechnen für $1^{1}/_{3}$ m Rohr
Nr. 19 Doppelmuffen rechnen für 1 m Rohr
Nr. 20 Putzröhren mit Deckel rechnen für $1^{1}/_{3}$ m Rohr
der entsprechenden Lichtweite.

Uebergangsröhren.



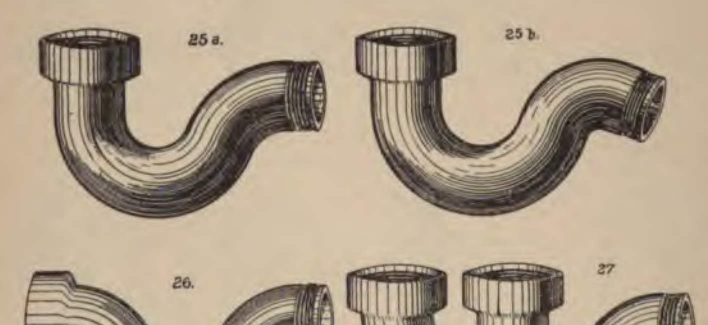
22.

Nr. 21 0,60 m Baulänge rechnen für $1^{1}/_{3}$ m Rohr
Nr. 22 0,30 m Baulänge rechnen für 1 m Rohr
Nr. 23 (verkehrt) 0,60 m Baulänge rechnen für $1^{1}/_{3}$ m Rohr
der grösseren Lichtweite.



Uebergangsröhren in Bögen.

rechnen für $1^{1}/_{2}$ m der grösseren Lichtweite.



28
28.a

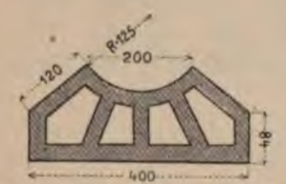
Siphons

(Geruchverschlüsse).

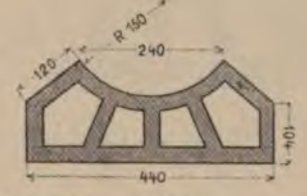
Nr. 25a ohne Putzschacht rechnen für 2 m Rohr
Nr. 25b desgl. für 2 m Rohr
Nr. 26 desgl. für 2 m Rohr
Nr. 27 mit desgl. für 3 m Rohr
Nr. 28 desgl. für 3 m Rohr
Nr. 28a mit Ventilation rechnen für 4 m Rohr
der entsprechenden Lichtweite.

Sohlsteine.

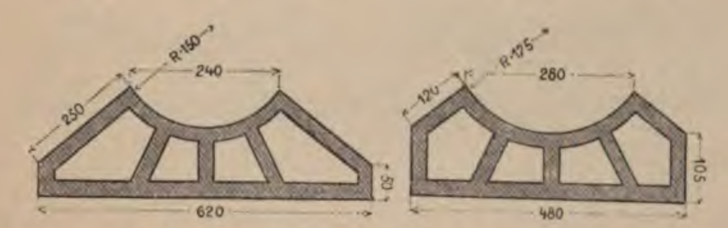




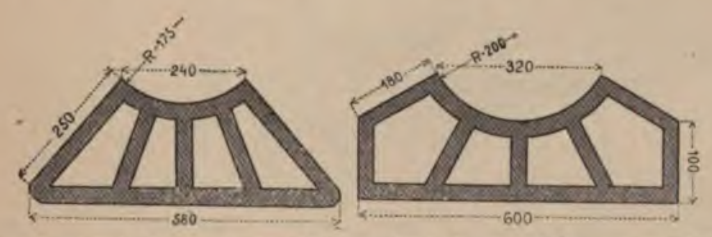
Gewicht pro lfd. m etwa 65 kg



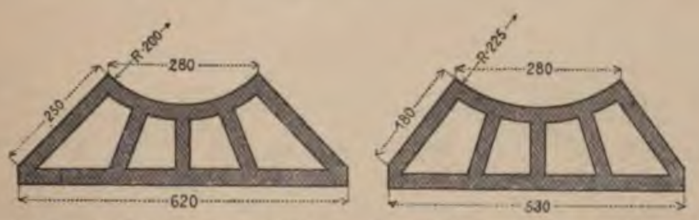
Gewicht pro lfd. m etwa 68 kg



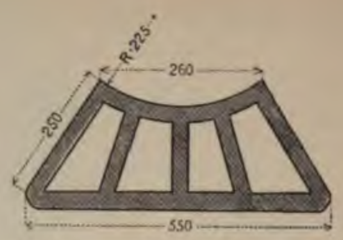
Gewicht pro lfd. m etwa 130 kg Gewicht pro lfd. m etwa 85 kg



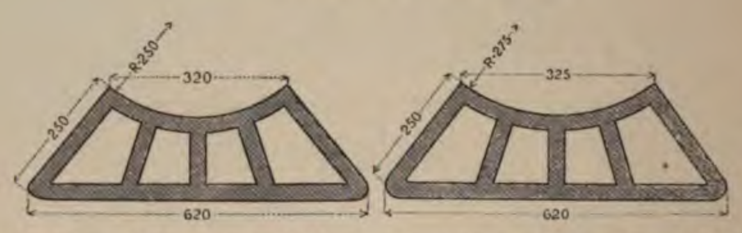
Gewicht pro lfd. m etwa 105 kg Gewicht pro lfd. m etwa 120 kg



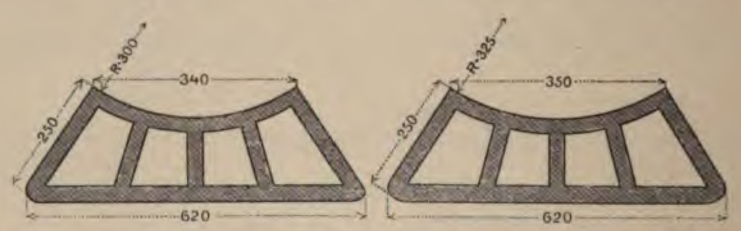
Gewicht pro lfd. m etwa 120 kg Gewicht pro lfd. m etwa 97 kg



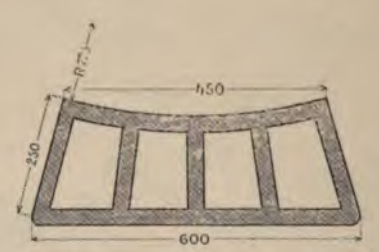
Gewicht pro lfd. m etwa 114 kg



Gewicht pro lfd. m etwa 116 kg   Gewicht pro lfd. m etwa 122 kg



Gewicht pro lfd. m etwa 120 kg   Gewicht pro lfd. m etwa 123 kg



Gewicht pro lfd. m etwa 134 kg

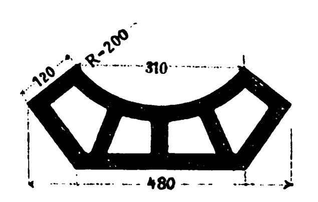
Baurat Lindleysche Profile.



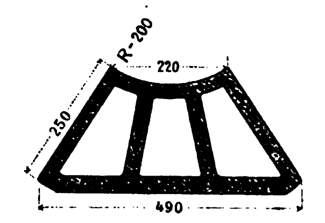
Gewicht pro lfd. m etwa 65 kg



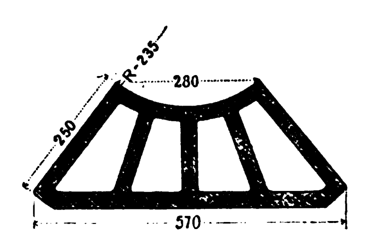
Gewicht pro lfd. m etwa 75 kg



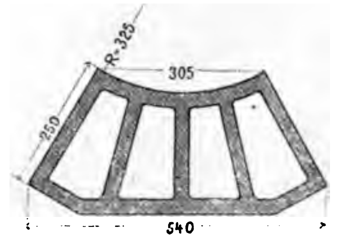
Gewicht pro lfd. m etwa 75 kg



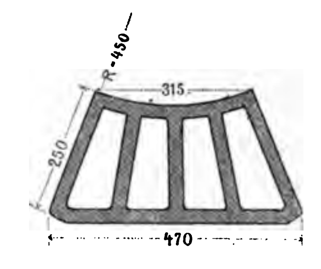
Gewicht pro lfd. m etwa 105 kg



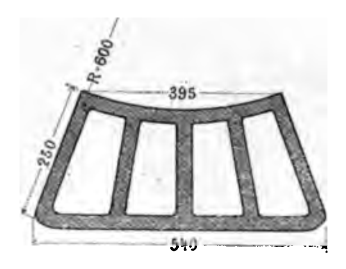
Gewicht pro lfd. m etwa 120 kg



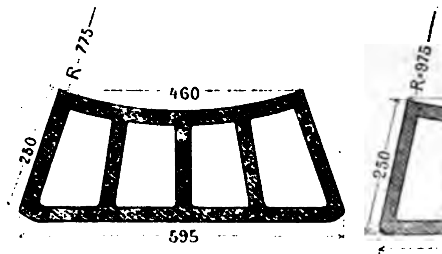
Gewicht pro lfd. m etwa 125 kg



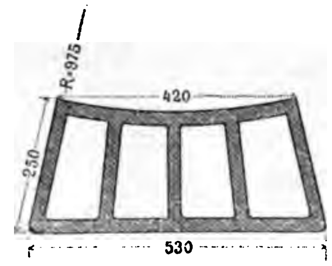
Gewicht pro lfd. m etwa 122 kg



Gewicht pro lfd. m etwa 128 kg



Gewicht pro lfd. m etwa 160 kg



Gewicht pro lfd. m etwa 155 kg

Ankündigung

DAS HANDBUCH DES BAUTECHNIKERS

EINE ÜBERSICHTLICHE ZUSAMMENFASSUNG DER AN BAUGEWERK-SCHULEN GEPFLEGTEN TECHNISCHEN LEHRFÄCHER

UNTER MITWIRKUNG
VON
ERFAHRENEN BAUGEWERKSCHULLEHRERN
HERAUSGEGEBEN
VON

HANS ISSEL
ARCHITEKT UND KGL. BAUGEWERKSCHULLEHRER



ACHTZEHN BÄNDE, LEX.-8°, MIT ETWA 10000 TEXTABBILDUNGEN UND 300 TAFELN
PREIS EINES JEDEN BANDES 5 Mk. GEH.; 6 MK. GEB.



LEIPZIG 1906
VERLAG VON BERNH. FRIEDR. VOIGT

Einführung

In unserer reichhaltigen technischen Literatur vermissten wir noch immer ein umfassendes und dabei brauchbares und billiges Handbuch, das dem Bautechniker bei seinen Studien auf der Schule und zugleich bei seinem Wirken in der Praxis förderlich zur Seite stehen konnte. Ein solches Handbuch muss drei Haupt-Anforderungen erfüllen: Es muss kurz, klar und sachlich geschrieben sein; es muss durch eine möglichst grosse Zahl guter Illustrationen erläutert werden und endlich, es muss handlich im Gebrauche sein.

Diesen Bedingungen suchte die unterzeichnete Verlagshandlung bei der Herausgabe des vorliegenden „Handbuches des Bautechnikers" in erster Linie gerecht zu werden, indem sie mit einer Anzahl von bewährten Baugewerkschulmännern in Verbindung trat, die für die Bearbeitung der einzelnen technischen Lehrfächer gewonnen wurden. Die **ungemeine Billigkeit** und **grosse Reichhaltigkeit** der Einzelbände konnte aber nur dadurch erreicht werden, dass sich die Autoren sowohl als der Verleger in opferwilliger Weise dem Gesamtinteresse unterordneten. Nur so war es möglich, ein Handbuch zu schaffen, das der gestellten Grundbedingung **„billig und gut"** zu entsprechen vermochte.

Die einzelnen Bände lehnen sich in der Vorführung des Lehrstoffes zunächst an die Anforderungen der Baugewerkschule an; sie sind aber zugleich derart erweitert worden, dass sie auch dem aus der Schule in die Praxis hinaustretenden Bautechniker von wirklichem Nutzen sein können. Die einzelnen Titel derselben sind auf der folgenden Seite in eingehender Weise wiedergegeben.

Schon jetzt beweist die günstige Aufnahme, die unser Unternehmen in den betreffenden Kreisen gefunden hat, dass wir hier ein Lehr- und Hilfsbuch bieten, das seinen Namen mit Recht verdient. Nicht minder ist aus den zahlreichen anerkennenden Aeusserungen der Fachpresse über die bisher erschienenen Bände zu ersehen, dass wir im „Handbuch des Bautechnikers" tatsächlich ein Werk veröffentlichen, das den Bedürfnissen der Schule und den Anforderungen der Praxis in gleicher Weise entspricht.

Leipzig, 1906

Die Verlagsbuchhandlung

Bernh. Friedr. Voigt

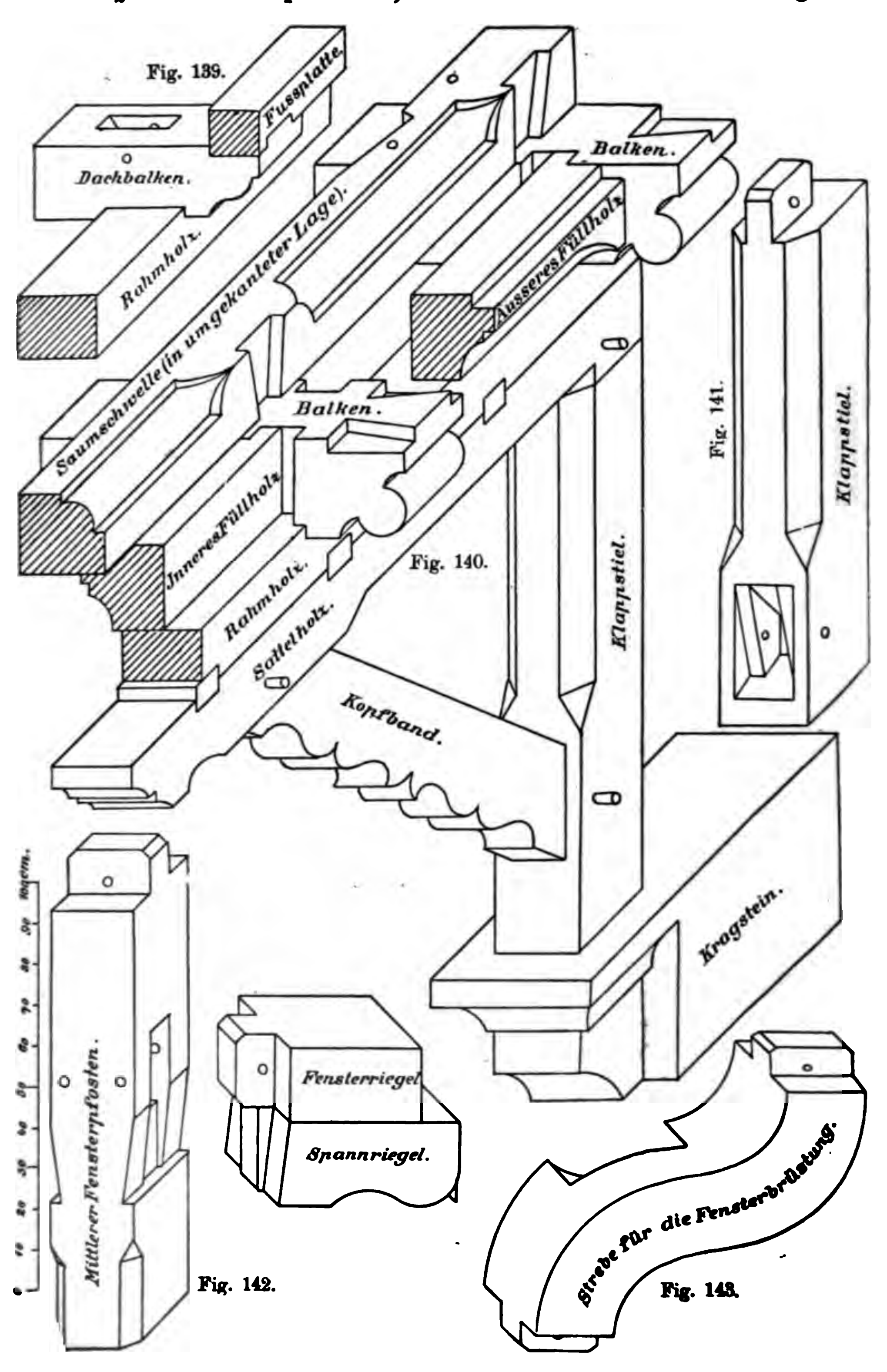
Fig. 250.

Aus Band III:
Die Bauformenlehre
zweite Auflage

Das Handbuch des Bautechnikers

Jeder Band ist einzeln käuflich.

Preis eines jeden Bandes 5 Mk. geheftet, 6 Mk. gebunden.


Fig. 139.
Fussplatte
Dachbalken.
Rahmholz.
Saumschwelle (in umgekanteter Lage).
Balken.
Äusseres Füllholz
Balken.
Inneres Füllholz
Rahmholz.
Sattelholz.
Fig. 140.
Kopfband.
Klappstiel.
Fig. 141.
Klappstiel.
Kragstein.
Mittlerer Fensterpfosten.
Fig. 142.
Fensterriegel
Spannriegel.
Strebe für die Fensterbrüstung.
Fig. 143.

Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band I:

Direktor A. Opderbecke, Der Zimmermann,

umfassend die Verbindungen der Hölzer untereinander, die Fachwerkwände, Balkenlagen, Dächer einschliesslich der Schiftungen und die Baugerüste.

Dritte vermehrte Auflage. Mit 811 Textabbildungen und 27 Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

Fig. 436.

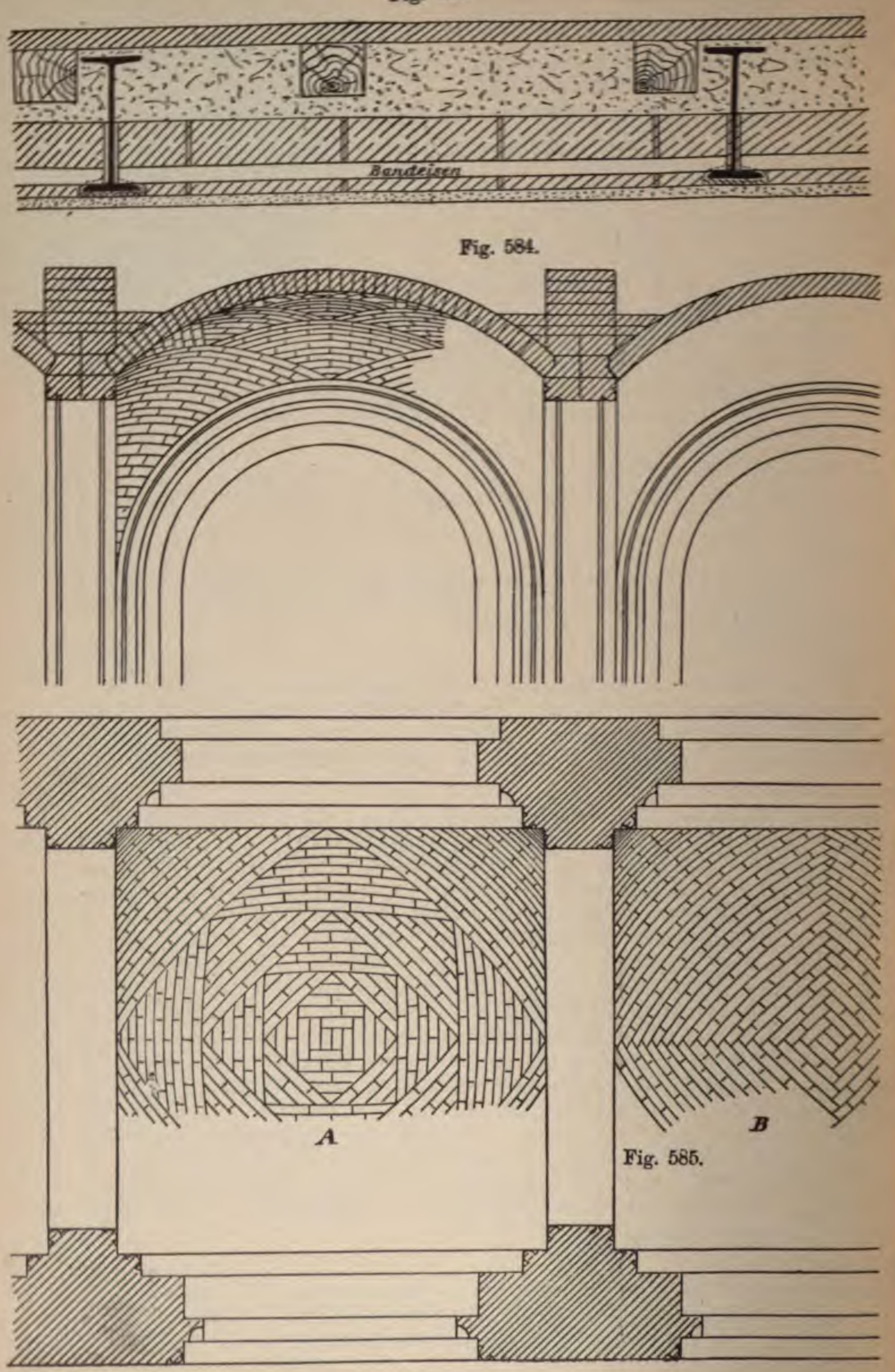


Fig. 584.

Fig. 585.

Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band II:

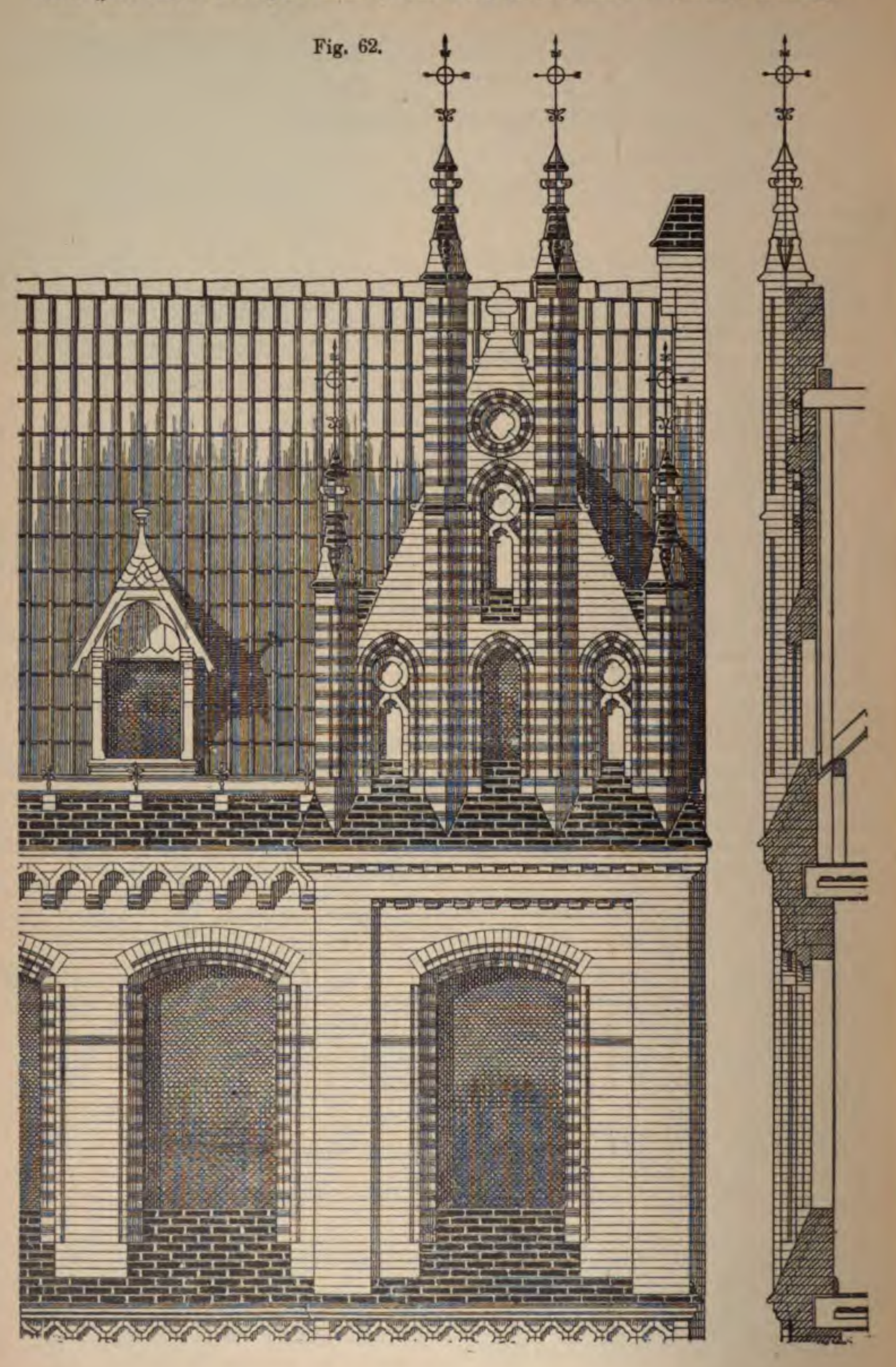
Direktor A. Opderbecke, Der Maurer,

umfassend die Gebäudemauern, den Schutz der Gebäudemauern und Fussböden gegen Bodenfeuchtigkeit, die Decken, die Konstruktion und das Verankern der Gesimse, die Fussböden, die Putz- und Fugearbeiten.

Dritte vermehrte Auflage. Mit 743 Textabbildungen und 23 Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

Fig. 62.

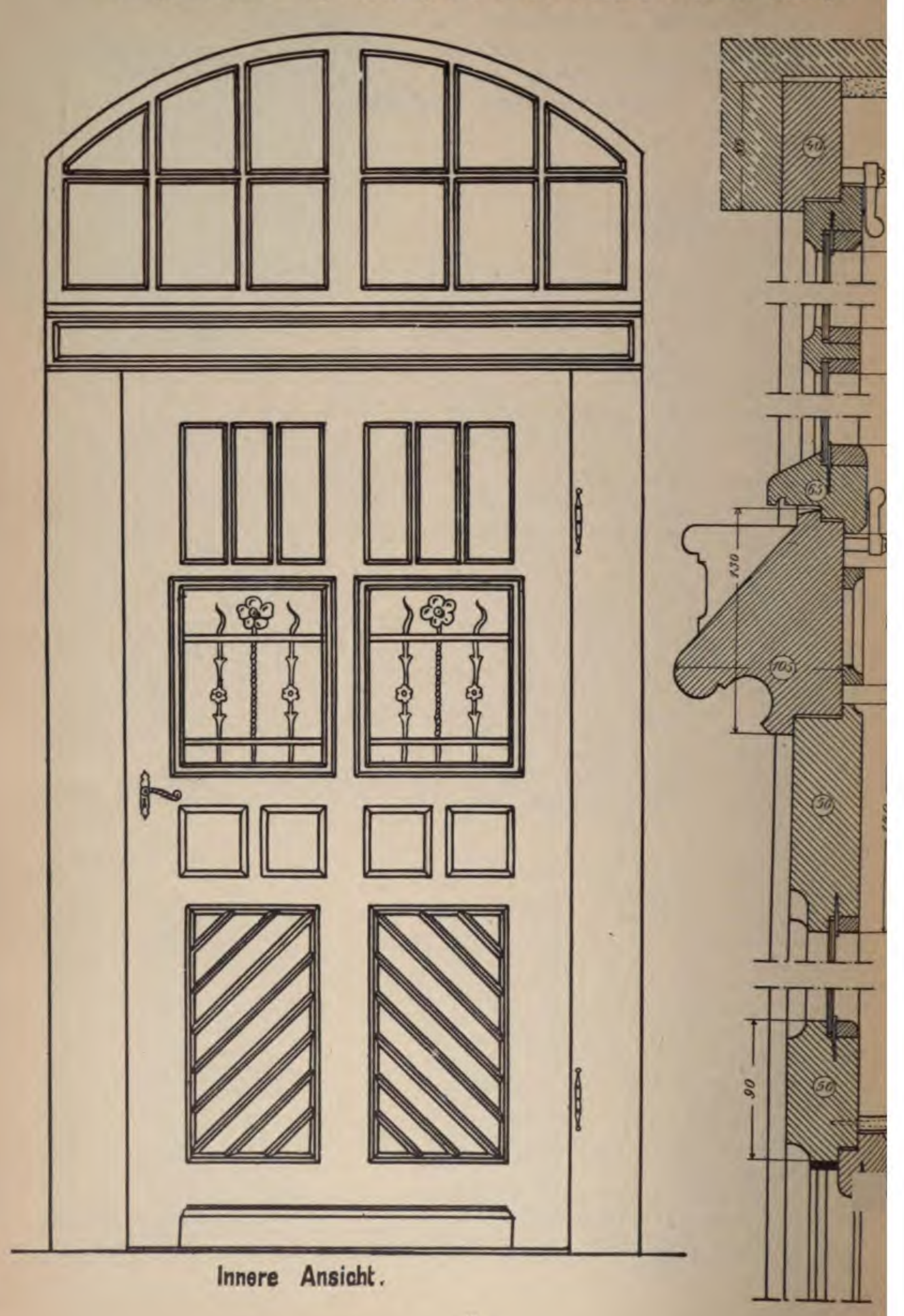


Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band III:

Direktor A. Opderbecke, Die Bauformenlehre,

mfassend den Backsteinbau und den Werksteinbau für mittelalterliche und Renaissance-Formen.
Zweite vervollständigte und berichtigte Auflage. Mit 537 Abbildungen und 18 Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.



Innere Ansicht.

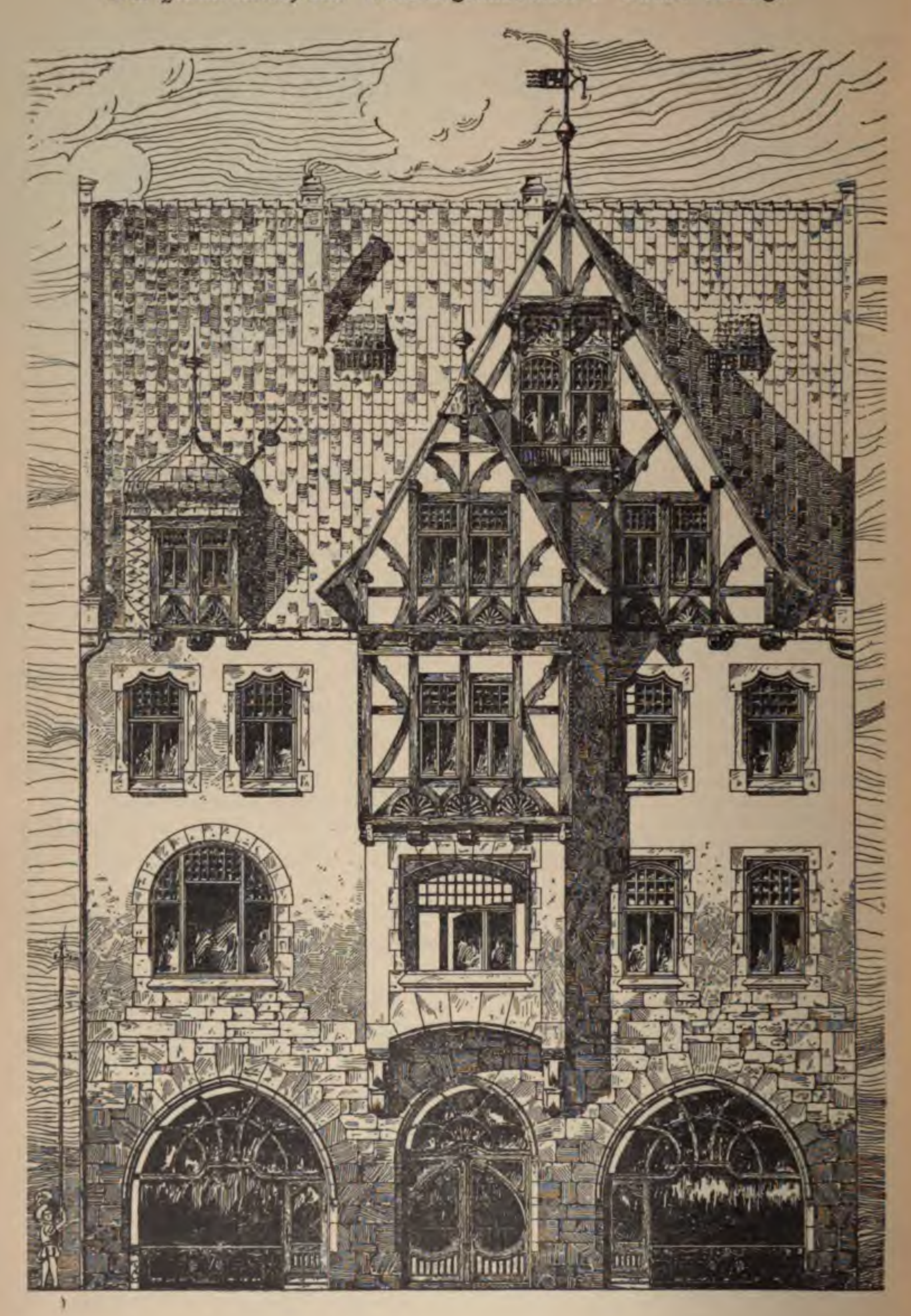
Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band IV:

Direktor A. Opderbecke, Der innere Ausbau,

umfassend Türen und Tore, Fenster und Fensterverschlüsse, Wandvertäfelungen, Deckenvertäfelungen, Treppen in Holz, Stein und Eisen.

Zweite bedeutend erweiterte Auflage. Mit 600 Textabbildungen und 7 Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.



Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band V:

Hans Issel, Die Wohnungsbaukunde,

umfassend das freistehende und eingebaute Einfamilienhaus, das freistehende und eingebaute Miethaus, das städtische Wohn- und Geschäftshaus und deren innere Einrichtung.

Zweite bedeutend erweiterte und verbesserte Auflage. Mit 583 Textabbildungen und 23 Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

Aus „Prof. A. Opderbecke, Die allgemeine Baukunde“

Fig.16.

104
500
600
600
600
150
700
150
400

Fig. 40.

100 cm 50 0 1 2 3 M.

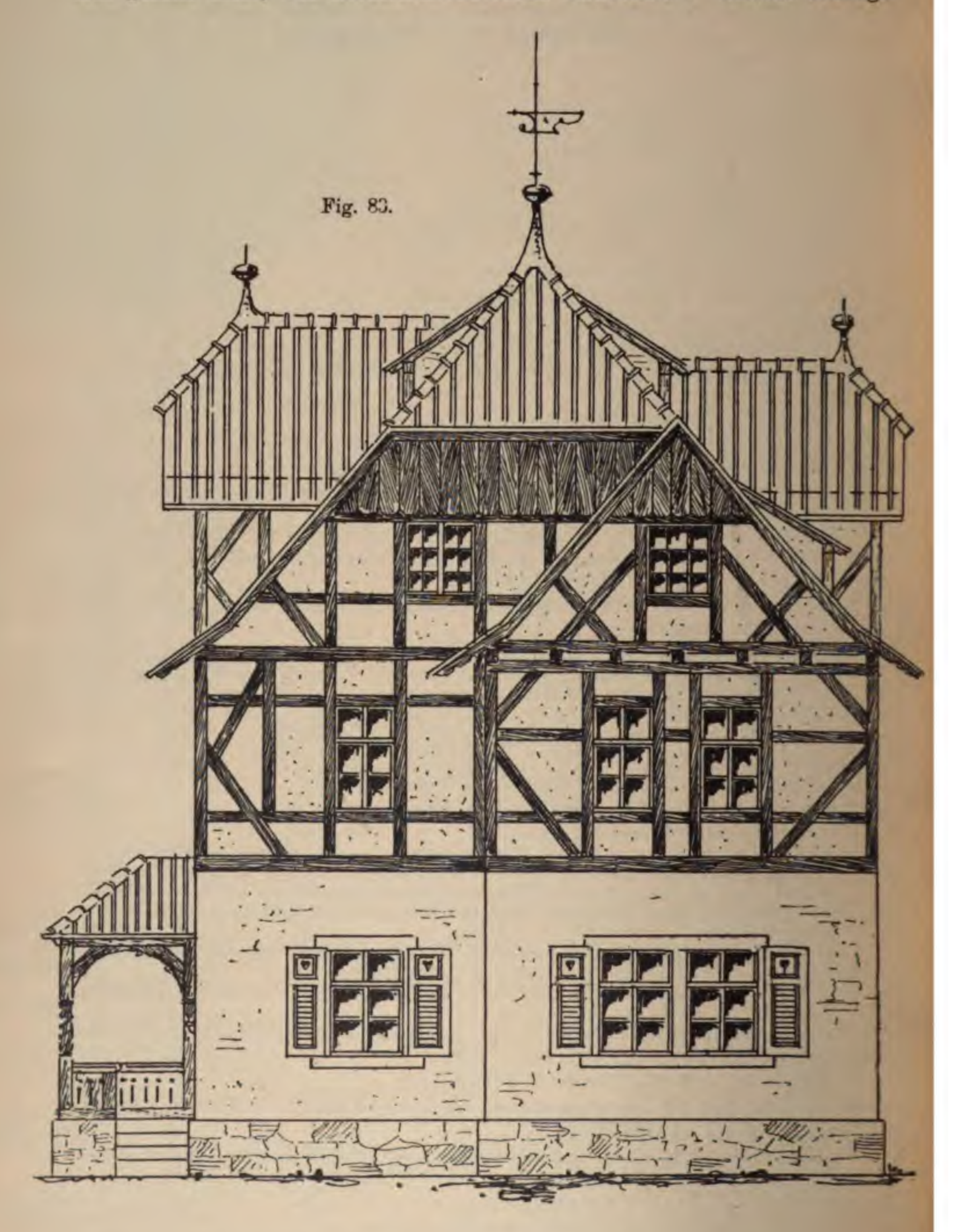
Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band VI:

Prof. A. Opderbecke, Die allgemeine Baukunde,

umfassend die Wasserversorgung, die Beseitigung der Schmutzwässer und Abfallstoffe, die Abortanlagen und Pissoirs, die Feuerungs- und Heizungsanlagen.

Mit 597 Textabbildungen und 6 zum Teil farbigen Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.


Fig. 83.

Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band VII:

Hans Issel, Die landwirtschaftliche Baukunde,

umfassend Bauernhäuser und Bauerngehöfte, Gutshäuser und Gutsgehöfte mit sämtlichen Nebenanlagen, Feld- und Hofscheunen, Stallungen für Gross- und Kleinvieh und Gebäude für landwirtschaftliche Gewerbe. Mit 684 Textabbildungen und 24 Tafeln. Zweite erweiterte und verb. Auflage.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

Aus „Hans Issel, Der Holzbau". Zweite Auflage



Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band VIII:

Hans Issel, Der Holzbau,

umfassend den Fachwerk-, Bohlen-, Block-, Ständer- und Stabbau und deren zeitgemässe Wiederverwendung. Zweite bedeutend erweiterte Auflage. Mit 500 Textabbildungen und 15 Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

Aus „R. Schöler, Die Eisenkonstruktionen". Zweite Auflage

Fig. 402.

Fig. 403.

Schnitt a-b

Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band IX:

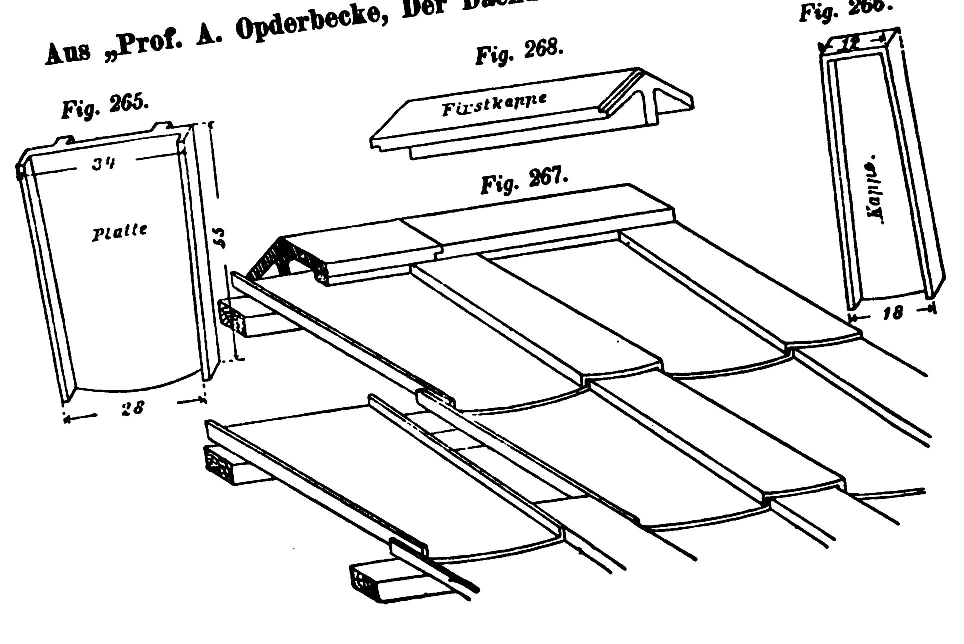
R. Schöler, Die Eisenkonstruktionen des Hochbaues,

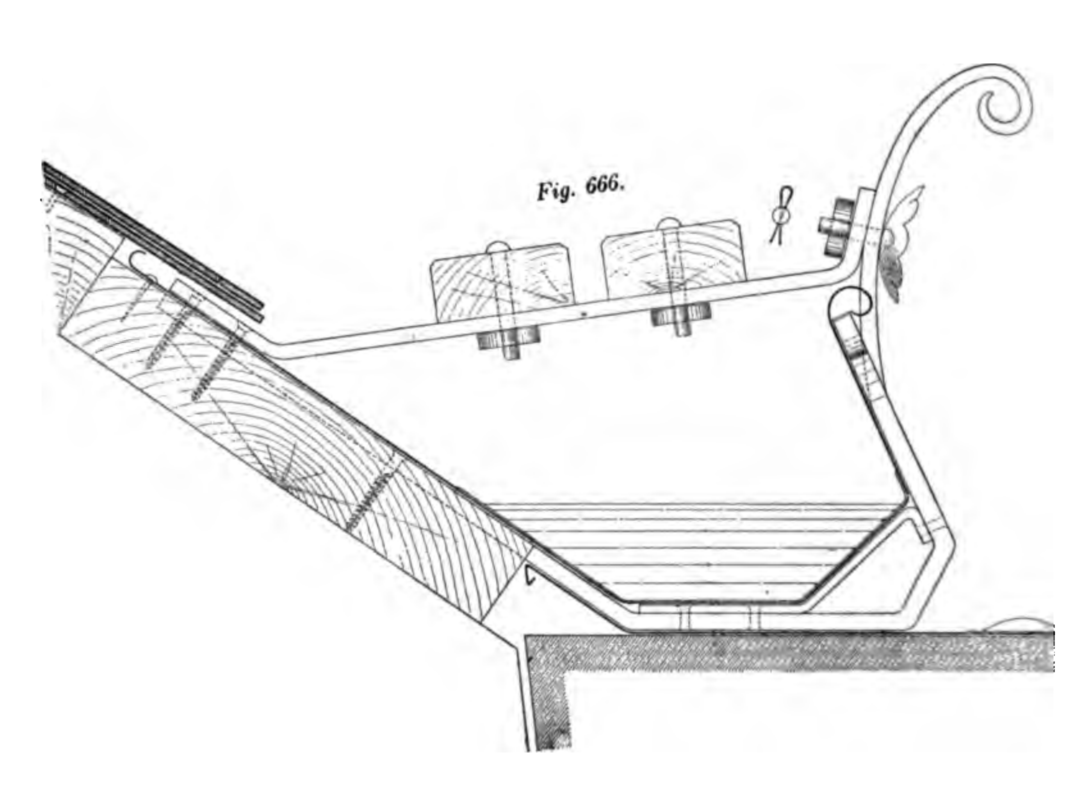
umfassend die Berechnung und Anordnung der Konstruktionselemente, der Verbindungen und Stösse der Walzeisen, der Träger und deren Lager, der Decken, Säulen, Wände, Balkone und Erker, der Treppen, Dächer und Oberlichter. Zweite Auflage. Mit 833 Textabbildungen und 18 Tabellen.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

Seite

Aus „Prof. A. Opderbecke, Der Dachdecker und Bauklempner".





Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band X:

Prof. A. Opderbecke, Der Dachdecker und Bauklempner,

umfassend die sämtlichen Arten der Dacheindeckungen mit feuersicheren Stoffen und die Konstruktion und Anordnung der Dachrinnen und Abfallrohre. Mit 700 Textabbildungen und 16 Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

Aus „Prof. E. Geyger, Die darstellende Geometrie". Zweite Auflage

Fig. 271.

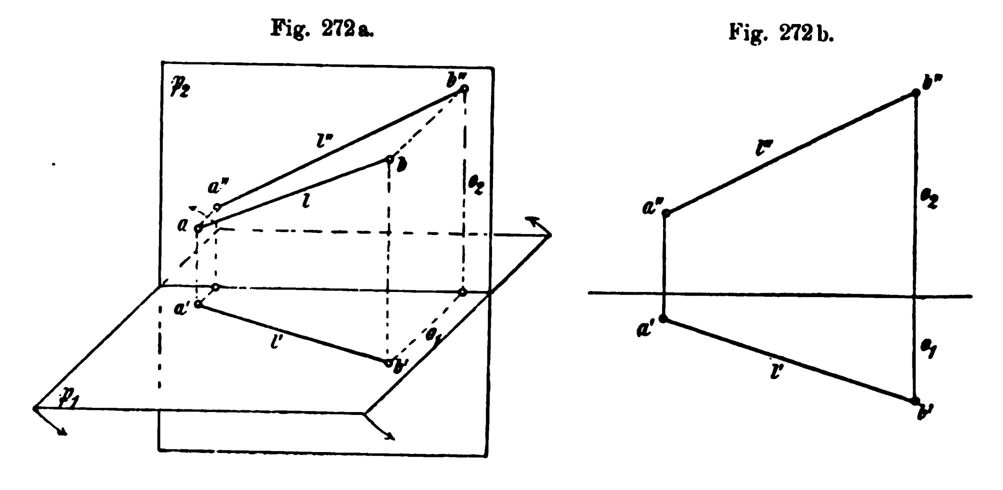


Fig. 272 a. Fig. 272 b.

Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band XI:

Prof. E. Geyger, Die darstellende Geometrie,

umfassend die Grundbegriffe der Geometrie, das geometrische Zeichnen, die Projektionslehre oder das projektive Zeichnen, die Dachausmittelungen, Schraubenlinien, Schraubenflächen und Krümmlinge sowie die Schiftungen. Zweite verbesserte Auflage. Mit 570 Textabbildungen.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

Fig. 368.



Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band XII:

Hans Issel, Die Baustillehre,

ssend die wichtigsten Entwickelungsstufen der Monumental-Baukunst in den verschiedenen Stilarten, mit besonderer Berücksichtigung der massgebenden Einzel-Bauformen.
Mit 454 Textabbildungen und 17 Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band XIII:

Prof. Ernst Nöthling, Die Baustofflehre,

umfassend die natürlichen und künstlichen Bausteine, die Bauhölzer und Metalle, sowie die Verbindungs-, Neben- und Hilfsbaustoffe. Mit über 300 Abbildungen auf 30 Tafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band XIV:

Prof. A. Opderbecke, Das Veranschlagen im Hochbau,

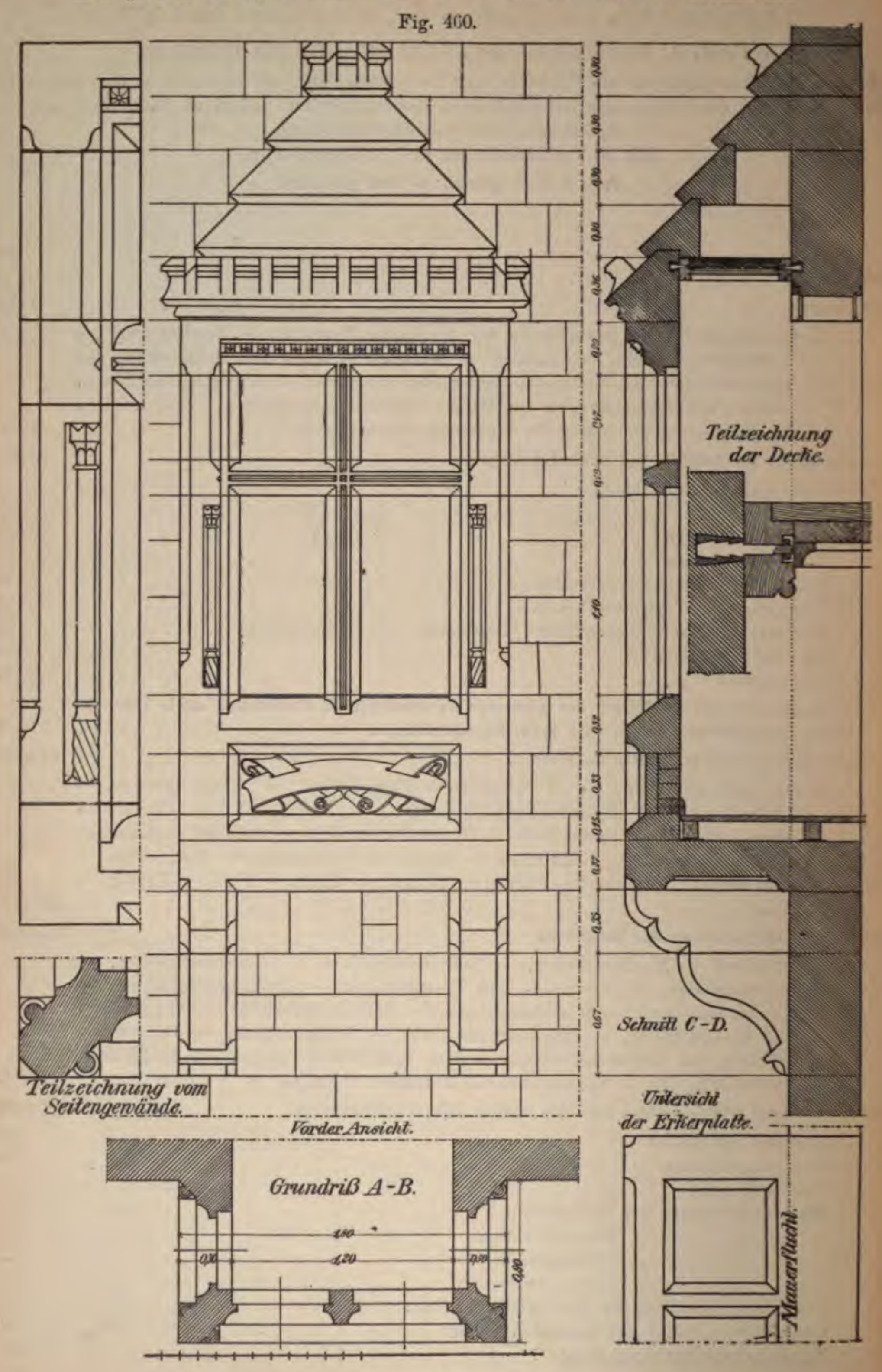
umfassend die Grundsätze für die Entwürfe und Kostenanschläge, die Berechnung der hauptsächlichsten Baustoffe, die Berechnung der Geldkosten der Bauarbeiten und einen Bauentwurf mit Erläuterungsbericht und Kostenanschlag.

Mit 20 Textabbildungen und 22 Doppeltafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

Aus „Prof. A. Opderbecke und H. Wittenbecher, Der Steinmetz"

Fig. 460.



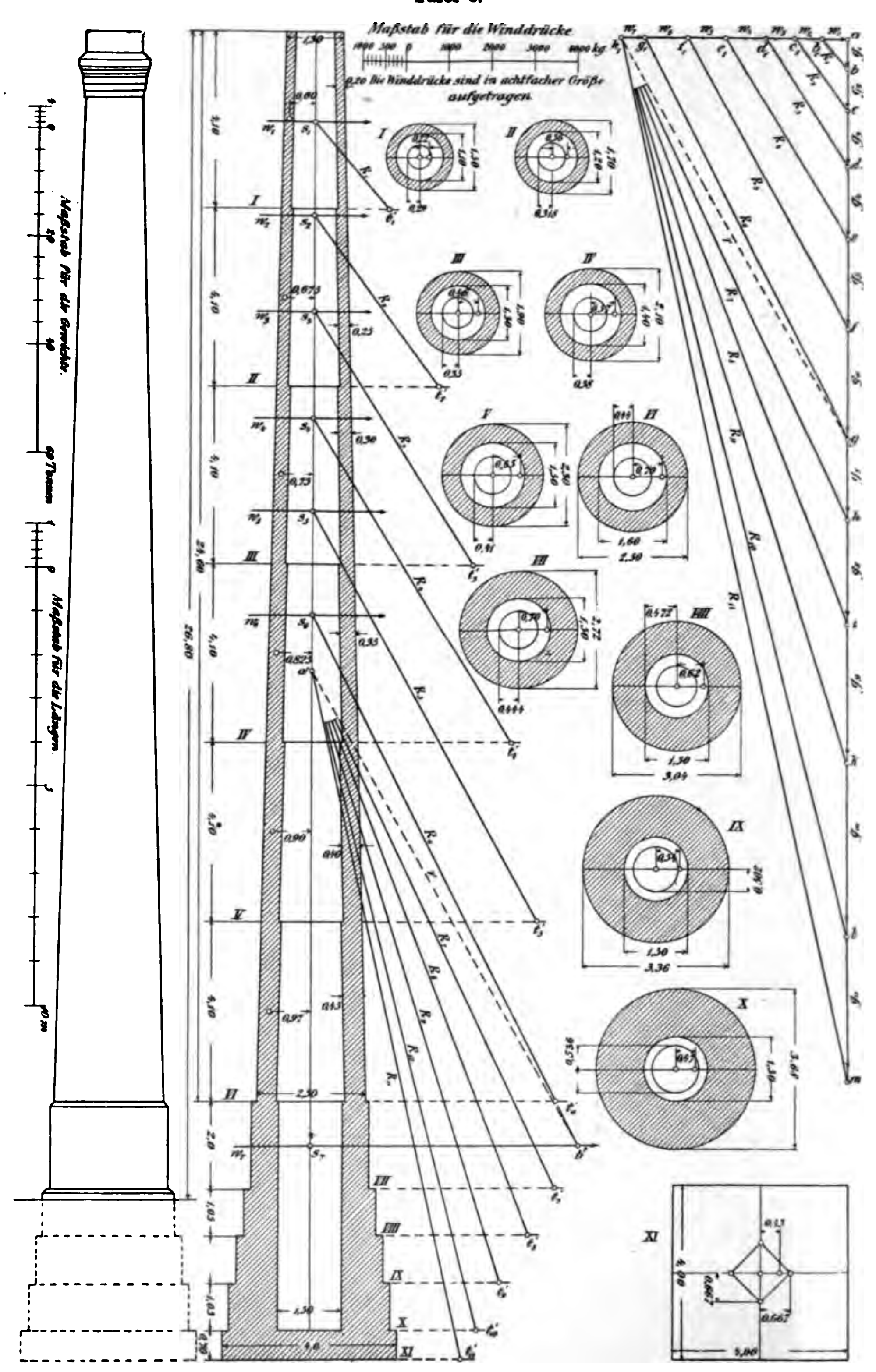
Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band XV:
Prof. A. Opderbecke und H. Wittenbecher, Der Steinmetz,

umfassend die Gewinnung und Bearbeitung natürlicher Bausteine, das Versetzen der Werksteine, die Mauern aus Bruch-, Feld- und bearbeiteten Werksteinen, die Gesimse, Maueröffnungen, Hausgiebel, Erker und Balkone, Treppen und Gewölbe mit Werksteinrippen.
Mit 609 Textabbildungen und 7 Doppeltafeln.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

Aus „R. Schöler, Die Statik und Festigkeitslehre"

Tafel 8.



Inhaltsverzeichnis vom Handbuch des Bautechnikers Band XVI:

R. Schöler, Die Statik und Festigkeitslehre des Hochbaues

nschliesslich der Theorie der Beton- und Betoneisenkonstruktionen. Mit 570 Textabbildungen, 13 zum Teil farbigen Tafeln und 15 Querschnittstabellen.

Preis 5 Mark geheftet; 6 Mark gebunden.

Berndt, H., Häuser in Stein- und Putzbau. Eine Sammlung von Entwürfen zu bürgerlichen Bauten und Villen in verschiedenen Stilarten, vorwiegend in Putzbau mit Stein- und Holzarchitekturteilen. Zum Gebrauch für Baumeister, Architekten, Bauunternehmer und Bauschüler. 26 Tafeln mit Text. 4. In Mappe. 4 Mark 50 Pfg.

Bleichrodt, W. G., Meister-Examen der Maurer und Zimmerleute. Ein Nachschlagebuch für die Praxis nach den neuesten Konstruktionsgebräuchen und Erfahrungen und Wiederholungsunterricht für Innungs-Kandidaten und Bauschul-Abiturienten zur Vorbereitung für die Prüfung. Vierte völlig umgearbeitete und vermehrte Auflage, zusammengestellt u. herausgeg. von Paul Gründling. Mit einem Atlas, enthalt. 16 Tafeln mit über 600 Figuren. gr. 8. Geh. 9 Mark.

Bock, O., Die Ziegelfabrikation. Ein Handbuch, umfassend die Herstellung aller Arten von Ziegeln, sowie die Anlage und den Betrieb von Ziegeleien. Neunte gänzlich neubearbeitete Auflage. Mit 353 Textabbildungen und 12 Tafeln. Lex.-8. Geh. 10 Mark 50 Pfg. Geb. 13 Mark.

Böhmer, E. und **Neumann, Fr., Kalk, Gips, Zement.** Handbuch bei Anlage und Betrieb von Kalkwerken, Gipsmühlen und Zementfabriken. Fünfte verbesserte Auflage, bearbeitet von Fr. Neumann, Ingenieur. Mit einem Atlas von 10 Foliotafeln und 40 in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8. Geh. 6 Mark 75 Pfg.

Böttger, C. A. und **A.** und **M. Graef, Die Arbeiten des Schlossers.** Zweite Folge. **Der Kunstschlosser.** Vorbilder für Bauschlosserei, Gebrauchsartikel, Hausgeräte und Beleuchtungsgegenstände, sowie Einzelheiten und Verzierungen, welche der Ornamentik des Schlossers angehören. In herrschendem Stil und gangbarsten Verhältnissen, nach genauem Mass entworfen und gezeichnet. 30 Foliotafeln in Farbendruck. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Buchner, Dr. O., Die Konstruktion und Anlegung der Blitzableiter. Zum Schutze aller Arten von Gebäuden und Seeschiffen nebst Anleitung zu Kostenvoranschlägen. Dritte vermehrte Auflage. Mit einem Atlas von 8 Foliotafeln. 8. Geh. 3 Mk. 60 Pfg.

Christiansen, O., Der Holzbaustil. Entwürfe zu Holzarchitekturen in moderndeutschem, norwegischem, schweizer, russischem und englisch-amerikanischem Stil. Eine Sammlung von Sommersitzen, Villen, Land- und Touristenhäusern, Jagdschlössern, Wirtschafts- und ähnlichen Gebäuden. 30 Tafeln mit Text. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Deutsch, S., Der Wasserbau, I. Teil, umfassend: Die Meteorologie, den Kreislauf des Wassers, die stehenden und fliessenden Binnengewässer, die Talsperren, die Messung der Wasserstände, der Wassergeschwindigkeiten und Wasserabflussmengen, den Flussbau und den Wehrbau. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 218 Textabbildungen und 32 Tafeln. Lex.-8. Geh. 6 Mark. Geb. 7 Mark 50 Pfg.

Deutsch, S., Der Wasserbau, II. Teil, umfassend: Natürliche und künstliche Wasserstrassen, Schiffahrtsschleusen, Schiffshebeeinrichtungen, Hafenbauten, Flusskanalisierung, Bekämpfung des Hochwassers der Flüsse und Ströme, Deichbauten, Berechnung der durch Schütze fliessenden Wassermenge, Berechnung der Werkkanäle, Berechnung von Kaimauern und Notizen über die wichtigsten Flüsse des deutschen Reiches. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 135 Textabbildungen und 37 Tafeln. Lex.-8. Geh. 6 Mark. Geb. 7 Mark 50 Pfg.

Erlach, H., Sprüche und Reden für Maurer bei Legung des Grundsteins zu allerlei öffentlichen und Privatgebäuden. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. 8. Geh. 1 Mark 80 Pfg.

Faber, R., Schulhäuser für Stadt und Land. Eine Sammlung ausgeführter Entwürfe von Dorf-, Bezirks- und Bürgerschulen, Realschulen und Gymnasien, mit und ohne Turnhallenanlagen, sowie Kinderbewahranstalten oder Krippen, unter besonderer Berücksichtigung der bewährtesten Subsellien. 27 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 4. In Mappe. 12 Mark.

Frohn, C., Die graphische Statik. Zum Gebrauche an technischen Unterrichtsanstalten, zum Selbststudium und für die Baupraxis. Mit 115 Textabbildungen und 3 Tafeln. Lex.-8. Geh. 3 Mark 50 Pfg. Geb. 4 Mark 50 Pfg.

Gerstenbergk, H. v., Der Holzberechner nach metrischem Masssystem. Tafeln zur Bestimmung des Kubikinhalts von runden, vierkantig behauenen und geschnittenen Hölzern, sowie des Quadratinhalts der letzteren; ferner der Kreisflächen und des Wertes der Hölzer. Siebente Auflage. 8. Geb. 3 Mark 75 Pfg.

Gerstenbergk, H. v., Neuer Steinberechner nach metrischem Masssystem. Mit einem Anhang, enthaltend die wichtigsten Formeln zur Flächen- und Körperberechnung, sowie deren Anwendung auf die Praxis und eine arithmetische Tabelle. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von Ed. Jentzen, Direktor. Mit 36 Textabbildungen. 8. Geb. 2 Mark 50 Pfg.

Geyger, Erich, Die angewandte darstellende Geometrie, umfassend die Grundbegriffe der Geometrie, das geometrische Zeichnen, die Projektionslehre oder das projektive Zeichnen, die Dachausmittelungen, Schraubenlinien, Schraubenflächen und Krümmlinge sowie die Schiftungen. Zweite verbesserte Auflage. Mit 570 Textabbildungen. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Graef, M., Dekorativer Holzbau. Zeitgemässe Entwürfe zur inneren und äusseren Ausgestaltung des Hauses und seiner Umgebung durch Holzarchitektur. Vorlagen von Einzelheiten und Baulichkeiten für die Praxis. Zweite vollständig neubearbeitete Auflage. 36 Foliotafeln mit erläuterndem Texte. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Graef, A. und M., Die moderne Bautischlerei für Tischler und Zimmerleute, enthaltend alle beim inneren Ausbau vorkommenden Arbeiten des Bautischlers. Dreizehnte vollständig neubearbeitete Auflage. Mit 63 Text-Holzschnitten und einem Atlas, enthaltend 40 Foliotafeln. gr. 8. Geh. 10 Mark 50 Pfg. Geb. 13 Mark.

Graef, A. und M., Moderne Ladenvorbaue und Schaufenster mit Berücksichtigung der inneren Einrichtung von Geschäftsräumen. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage. 26 Foliotafeln mit erläuterndem Text. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Graef, A. und M., Das Parkett. Eine Sammlung von farbigen Vorlagen massiver und fournierter Parkette in einfacher und reicher Ausführung. 24 Foliotafeln mit 300 Mustern nebst ausführlichem Text. gr. 4. In Mappe. 10 Mark.

Graef, A. und M., Moderne Türen und Tore aller Anordnungen. Eine Sammlung von Originalzeichnungen zum praktischen Gebrauch für Tischler und Zimmerleute. Zweite vollständig neubearbeitete Auflage. 24 Foliotafeln in Tondruck. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Graef, M., Die innere Ausstattung von Verkaufsräumen in Tischlerarbeit. Moderne Ladeneinrichtungen für alle Geschäftszweige. 26 Foliotafeln in Farbendruck. gr. 4. In Mappe mit erläuterndem Text. 9 Mark.

Graef, A. und M., Werkzeichnungen für Glaser und Bautischler, insbesondere jede Art von Fenstern und alle damit verwandten Arbeiten zum Zwecke der inneren und äusseren Ergänzung und Ausstattung der Wohnhäuser und anderer Gebäude. Ferner eine grosse Anzahl aller möglichen Profile und Durchschnitte von Fenstern, sowie auch Jalousie-, Roll- und anderer Verschlussläden usw. Zweite verbesserte Auflage. 28 Foliotafeln mit erklärendem Text. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Gründling, P., Bürgerliche Bauten im Rohbaustil. Ein Skizzen- und Nachschlagebuch für alle vorkommenden freistehenden und eingebauten bürgerlichen und öffentlichen Bauten, dargestellt in Grundrissen, Fassaden und Teilzeichnungen für Verblendbau-Ausführung. Zweite verbesserte Auflage. 25 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 8. In Mappe. 3 Mark.

Gründling, P., Neue Garten-Architekturen. Praktische Motive zu Eingängen, Toren, Einfriedigungen, Lauben, Pavillons, Ruheplätzen, Terrassen, Veranden,

Laubengängen nebst 2 Lageplänen zu Garten- und Park-Anlagen. 24 Tafeln mit Text. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Gründling, P., Moderne Architekturen. Entwürfe zu Miet-, Geschäfts- und Einfamilienhäusern im Stile der Neuzeit. Zum Gebrauche für Baugewerksmeister, Bauunternehmer und Bauherren. 30 Tafeln mit erklärendem Text. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Gründling, P., Motive für die Gesamt-Innen-Dekoration. Ein Skizzen- und Nachschlagebuch für Architekten, Bauunternehmer usw., enthaltend Darstellung von Arrangements zur Innen-Dekoration der Decken und Wände aller vorkommenden Räume des bürgerlichen Hauses. In Gesamt-Ansichten, Grundrissen und Details des Einzel-Ornaments. 25 Tafeln mit erläut. Text. gr. 8. In Mappe. 3 Mark.

Gründling, P., Moderne Wohnhäuser und Villen. Eine Sammlung von Entwürfen und Darstellungen ausgeführter Bauten zu Miethäusern, Wohn- und Geschäftshäusern, sowie Einfamilienhäusern und Villen in der Stadt und auf dem Lande. 30 Tafeln in gr. 4. Mit Text in Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Gründling, P. und **Hannemann, F., Theorie und Praxis der Zeichenkunst** für Handwerker, Techniker und bildende Künstler. Ein Vademekum über alle Zweige und Gebiete des Zeichnens. Vierte Auflage. Mit Atlas von 30 Foliotafeln. gr. 8. Geh. 9 Mark.

Haass, L., Die Schattenlehre, Perspektive und Isometrie. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit vielen Textabbildungen und Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark (erscheint im Herbst 1906).

Hintz, L., Die Baustatik. Ein elementarer Leitfaden zum Selbstunterricht und zum praktischen Gebrauch für Architekten, Baugewerksmeister und Schüler bautechnischer Lehranstalten. Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. Mit einer Tafel und 305 in den Text eingedruckten Abbildungen. gr. 8. Geh. 8 Mark. Geb. 9 Mark 50 Pfg.

Issel, H., Die landwirtschaftliche Baukunde, umfassend Bauernhäuser und Bauerngehöfte, Gutshäuser und Gutsgehöfte mit sämtlichen Nebenanlagen, Feld- und Hofscheunen, Stallungen für Gross- und Kleinvieh und Gebäude für landwirtschaftliche Gewerbe. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Zweite erweiterte und verbesserte Auflage. Mit 684 Textabbildungen und 24 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Issel, H., Die Baustillehre, umfassend die wichtigsten Entwickelungsstufen der Monumental-Baukunst in den verschiedenen Stilarten. Mit besonderer Berücksichtigung der massgebenden Einzel-Bauformen. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 454 Textabbildungen und 17 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Issel, H., Das Entwerfen der Fassaden, entwickelt aus der zweckmässigen Gestaltung der Einzelformen und deren Anwendung auf neuzeitliche bürgerliche Bauten in Bruchstein-, Werkstein-, Putz- und Holzarchitektur. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit etwa 400 Textabbildungen und 20 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Issel, H., Der Holzbau, umfassend den Fachwerk-, Bohlen-, Block-, Ständer- und Stabbau und deren zeitgemässe Wiederverwendung. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Zweite bedeutend erweiterte Auflage. Mit 500 Textabbildungen und 15 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Issel, H., Die Wohnungsbaukunde (Bürgerliche Baukunde), umfassend das freistehende und eingebaute Einfamilienhaus, das freistehende und eingebaute Miethaus, das städtische Wohn- und Geschäftshaus und deren innere Einrichtung. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Zweite bedeutend erweiterte und verbesserte Auflage. Mit 583 Textabbildungen und 23 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Jeep, W., Der Asphalt und seine Anwendung in der Technik. Gewinnung, Herstellung und Verwendung der natürlichen und künstlichen Asphalte. Zweite

neubearbeitete Auflage, herausgegeben von Prof. Ernst Nöthling, Architekt und Oberlehrer der Kgl. Baugewerkschule zu Deutsch-Krone (Westpr.). Mit 30 in den Text gedruckten Abbildungen. gr. 8. Geh. 6 Mark.

Jeep, W., Die Einrichtung und der Bau der Backöfen. Ein Handbuch für Bau- und Maurermeister, Bäcker und alle diejenigen, welche sich mit dem Bau und Betriebe der Backöfen und Bäckereien befassen. Zweite sehr vermehrte Auflage. Mit einem Atlas von 15 Tafeln, enthaltend 158 Abbildungen. 8. Geh. 5 Mark.

Jeep, W., Einfache Buchhaltung für baugewerbliche Geschäfte. Zum Gebrauche für Bauhandwerker und technische Lehranstalten. Nebst einem Anhang: Die gesetzlichen Bestimmungen über die Arbeiter-Versicherungskassen. Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. gr. 8. Geh. 3 Mark.

Jeep, W., Die Eindeckung der Dächer mit weichen und harten Materialien, namentlich mit Steinen, Pappe und Metall. Eine Anleitung zur Anfertigung der verschiedenen Dacheindeckungen für Schiefer- und Ziegeldecker, Klempner, Bauhandwerker und Bauunternehmer. Vierte Auflage. Mit Atlas von 12 Foliotafeln. 8. Geh. 4 Mark 50 Pfg.

Jeep, W., Die Anfertigung der Kitt- und Klebemittel für die verschiedensten Gegenstände. Zum Gebrauch für Maschinenfabrikanten, Ingenieure, Architekten, Baumeister, Bauunternehmer, Schlosser, Schmiede, Tischler, Drechsler etc. Vierte völlig veränderte Auflage von Thons Kittkunst. gr. 8. Geh. 2 Mark 50 Pfg.

Jeep, W., Das graphische Rechnen und die Graphostatik in ihrer Anwendung auf Baukonstruktionen. Zum Gebrauche für Baugewerksmeister, Baugewerksschulen usw. Zweite Auflage. Mit Atlas von 35 Foliotafeln. gr. 8. Geh. 5 Mark.

Jentzen, Ed., Die Flächen- und Körperberechnungen. Nebst vielen Beispielen zum praktischen Gebrauch für Bau- und Maschinentechniker. Mit 116 Figuren. Zweite vermehrte Auflage. gr. 8. Geh. 2 Mark 25 Pfg.

Johnen, Dr. P. J., Elemente der Festigkeitslehre in elementarer Darstellung mit zahlreichen, teilweise vollständig gelösten Uebungsbeispielen, sowie vielen praktisch bewährten Konstruktionsregeln. Für Maschinen- und Bautechniker, sowie zum Gebrauche in technischen Lehranstalten. Mit 176 in den Text gedruckten Abbildungen und mehreren Profiltabellen. gr. 8. Geh. 6 Mark 75 Pfg.

Keller, O., Das A-B-C des Zimmermanns oder die ersten Begriffe der Zimmerkunst für Lehrlinge und angehende Gesellen. Zweite, gänzlich neubearbeitete Auflage. Mit 12 Figurentafeln. kl. 4. Geh. 2 Mark 50 Pfg.

Keller, O., Kleine Häuser. Eine Sammlung von einfachen und reicheren Entwürfen für Baugewerksmeister, Bauschüler und Bauunternehmer. Fünfte vollständig neubearbeitete Auflage. 30 Tafeln mit Text. gr. 8. In Mappe. 3 Mark.

Keller, O., Architektonische und konstruktive Details zum Gebrauch für Bauausführende und Schüler des Baufaches. 10 Grossfoliotafeln mit Text in Mappe. 6 Mark.

Keller, O., Architektonische Holzverzierungen zum Aussägen. Eine Sammlung von Entwürfen zum praktischen Gebrauch für Architekten und Baugewerksmeister, sowie als Wandtafelvorlagen für Fachschulen. Dritte vermehrte Auflage. 10 Tafeln in grösstem Folioformat in Mappe. gr. 4. 5 Mark.

Keller, O., Vorlegeblätter für das Tiefbauzeichnen zum Gebrauche an Tiefbauschulen. 26 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 4. In Mappe. 5 Mark.

Kellers Unterrichtsbücher für das gesamte Baugewerbe. Für Praxis, Selbstunterricht und Schulgebrauch.

Bd. 1. Die Mathematik I. Gemeine Arithmetik und bürgerliches Rechnen, allgemeine Arithmetik sowie Algebra und Trigonometrie. Dritte vermehrte Auflage. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

Band 2. Die **Mathematik II.** Planimetrie, Stereometrie, darstellende Geometrie und Schattenlehre. Vierte vollständig neubearbeitete Auflage. Mit 323 Figuren auf 26 Tafeln. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

„ 2a. Die **Mathematik IIa.** Perspektive, Schiften, Austragen der Treppen, Krümmlinge und Steinschnitt. Mit 89 Figuren auf 12 Tafeln. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

„ 3. Technische Naturlehre, mit besonderer Berücksichtigung der Physik, Baumechanik, Chemie und Baumaterialienlehre. Dritte vollständig neubearbeitete Auflage. Mit 7 Tafeln, enthaltend 77 Figuren. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

„ 4. Die Baukonstruktionslehre I. Steinkonstruktionen, enthaltend die Arbeiten des Maurers und Steinmetzen. Dritte gänzlich neubearbeitete Auflage. Mit 215 Abbildungen auf 12 Tafeln. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

„ 5. Die Baukonstruktionslehre II. Holzkonstruktionen, enthaltend die Arbeiten des Zimmerers und Bautischlers. Vierte gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 202 Figuren auf 22 Tafeln. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

„ 6. Die Baukonstruktionslehre III. Eisenkonstruktionen, enthaltend die Konstruktionen des Hochbaues nebst den einfachen Eisenbrücken. Verbindung des Eisenbahnoberbaues. Mit 13 Tafeln. Lex.-8. Geb. 1 Mark 50 Pfg.

„ 7. Die Baukonstruktionslehre IV. Enthaltend die Feuerungs- und Heizanlagen, die Ventilation und Beleuchtung für häusliche und gewerbliche Zwecke. Dritte vollständig neubearbeitete Auflage. Mit 12 Tafeln. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

„ 8. Die Bauformenlehre. Enthaltend die Entwickelung und die Verhältnisse der Bauformen, den Fassadenbau und architektonische Einzelheiten mit besonderer Berücksichtigung des modernen Stiles. Dritte neubearbeitete Auflage. Mit 234 Abbildungen auf 20 Tafeln. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

„ 9. Die Tiefbaukunde I. Enthaltend die verschiedenen Gründungsarten und die Elemente des Wasserbaues. Zweite verbesserte Auflage. Mit 86 Abbildungen auf 8 Tafeln. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

„ 10. Die Tiefbaukunde II. Enthaltend die Elemente der praktischen Geometrie und des Planzeichnens; Strassen- und Eisenbahnbau. Bearbeitet von A. Junghanss. Mit zahlreichen Figuren auf 15 Tafeln. Lex.-8. Geb. 1 Mark 50 Pfg.

„ 11. Die Tiefbaukunde III. Enthaltend die Baumaschinen und die Elektrotechnik im Baufach. Bearbeitet von K. v. Auw. Lex.-8. Geb. 1 Mark 50 Pfg.

„ 12. Die Allgemeine Baukunde. Die Einrichtung der landwirtschaftlichen, bürgerlichen, gewerblichen und gemeinnützigen Gebäude. Dritte vermehrte Auflage. Mit 12 Tafeln, enthaltend 160 Figuren. Lex.-8. Geb. 3 Mark.

Klasen, L., Landhäuser im Schweizer Stil und ähnlichen Stilarten. Eine Sammlung billig zu erbauender Villen für eine oder zwei Familien. 25 Tafeln in Quart mit erläuterndem Text. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Klepsch, Th., Der Fluss-Schiffsbau und seine Ausführung in Eisen, Holz und Komposit-Metall. Ein Wegweiser für Schiffsbauer, Ingenieure, Rhedereien und Schiffsbauunternehmer, nach praktischen Erfahrungen zusammengestellt und mit Tabellen versehen. Zweite Auflage. Mit 9 Foliotafeln. gr. 4. Geh. 3 Mark.

König, A., Ländliche Wohngebäude, enthaltend Häuser für den Landmann, Arbeiter und Handwerker, sowie Pfarr-, Schul- und Gasthäuser mit den dazu erforderlichen Stallungen. Nebst ausführlicher Angabe des zu ihrer Erbauung

nötigen Aufwandes an Materialien und Arbeitslöhnen. Fünfte vollständig neubearbeitete Auflage von Paul Gründling, Architekt in Leipzig. Mit einem Atlas, enthaltend 16 Foliotafeln. gr. 8. Geh. 7 Mark 50 Pfg. Geb. 10 Mark.

Kopp, W. und **Graef, A.** und **M., Die Arbeiten des Schlossers.** Erste Folge. Leicht ausführbare **Schlosser- und Schmiedearbeiten für Gitterwerk aller Art.** In herrschendem Stil und gangbarsten Verhältnissen, nach genauem Mafs entworfen. Zweite vermehrte Auflage von „Böttger und Graefs Arbeiten des Schlossers“. 24 Foliotafeln. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Koepper's Handwerkerbibliothek Band II: **Der Dachdecker-Lehrling.** Praktischer Ratgeber für die Lehrzeit nebst Anleitung zur Gesellen-Prüfung, bearbeitet von Mitgliedern des S. W. D. Dachdecker-Verbandes. Mit 92 Textabbildungen. 8. Kart. 50 Pfg.

Koepper's Handwerkerbibliothek Band III: **Der Maurer-Lehrling.** Praktischer Ratgeber für die Lehrzeit nebst Anleitung zur Gesellen-Prüfung, bearbeitet von Georg Bier, Baugewerksmeister und Revisionsbeamter der Handwerkskammer zu Coblenz. Mit 96 Textabbildungen. 8. Kart. 50 Pfg.

Koepper's Handwerkerbibliothek Band VI: **Der Zimmerer-Lehrling.** Praktischer Ratgeber für die Lehrzeit nebst Anleitung zur Gesellen-Prüfung, bearbeitet von Georg Bier, Baugewerksmeister und Revisionsbeamter der Handwerkskammer zu Coblenz. Mit 144 Textabbildungen. 8. Kart. 50 Pfg.

Kreuzer, Herm., Farbige Bleiverglasungen für Profan- und Kirchenbauten. Für Architekten und praktische Glaser. I. Sammlung: Profanbauten. Zweite Auflage. 10 Blatt Folio in Farbendruck. Geh. 5 Mark.

Kühn, A. und **Rohde, H., Entwürfe für Gast- und Logierhäuser** in Bade- und Luftkurorten. 26 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 4. In Mappe 7 Mark 50 Pfg.

Landé, R., Stadt- und Landhäuser. Eine Sammlung von modernen Entwürfen in gotischen Formen. Dargestellt durch Grundrisse, Schnitte, Ansichten, Perspektiven und Teilzeichnungen mit Aufstellung der annähernden Baukosten. 24 Tafeln mit Text in Mappe. gr. 4. 7 Mark 50 Pfg.

Landé, R., Villa und Stadthaus. Eine Sammlung von Entwürfen und ausgeführten Bauten in Formen der Renaissance und des Barockstils. Dargestellt durch Grundrisse, Ansichten, Perspektiven und Teilzeichnungen mit Aufstellung der annähernden Baukosten. 24 Tafeln mit Text in Mappe. gr. 4. 7 Mark 50 Pfg.

Landé, R. und **Krause, O., Mein Haus — meine Welt.** Eine Sammlung von Entwürfen für Einfamilienhäuser. Dargestellt durch Grundrisse, Schnitte, Ansichten und Perspektiven mit Aufstellung der annähernden Baukosten. 25 Tafeln mit Text. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Lindner, M., Die Technik des Blitzableiters. Anleitung zur Herstellung und Prüfung von Blitzableiteranlagen auf Gebäuden jeder Art; für Architekten, Baubeamte und Gewerbetreibende, die sich mit Anlegung und Prüfung von Blitzableitern beschäftigen. Mit 80 Abbildungen. gr. 8. Geh. 2 Mark 50 Pfg.

Manega, R., Die Anlage von Arbeiterwohnungen vom wirtschaftlichen, sanitären und technischen Standpunkte, mit einer Sammlung von Plänen der besten Arbeiterhäuser Englands, Frankreichs und Deutschlands. Dritte neubearbeitete Auflage, herausgegeben von Paul Gründling, Architekt in Leipzig. Mit einem Atlas von 16 Tafeln, enthaltend 176 Figuren. gr. 8. Geh. 7 Mark 50 Pfg.

Mühlau, P., Tore, Türen, Fenster und Glasabschlüsse im Stile der Neuzeit. Eine Sammlung mustergültiger Original-Entwürfe von Toren, Haus-, Zimmer- und Korridortüren, Windfängen, Glasabschlüssen, Fenstern und Wandvertäfelungen in einfacher und reicher Ausführung. Zum unmittelbaren Gebrauch für die Praxis bearbeitet. 30 Tafeln mit erkl. Text. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Müller, W., Der Bau eiserner Treppen. Eine Darstellung schmiedeeiserner Treppen mit besonderer Berücksichtigung der neuesten Konstruktionen. Vierundzwanzig Tafeln und 2 Detailblätter. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Müller, W., Der Bau steinerner Treppen. Eine Darstellung steinerner Treppen in praktischen Beispielen mit besonderer Berücksichtigung der neuesten Konstruktionen. 24 Tafeln und 4 Blätter mit Teilzeichnungen in natürlicher Grösse. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Neupert, F., Geschäftshäuser. Eine Sammlung von Entwürfen zu eingebauten Geschäfts- und Lagerhäusern für grössere und kleinere Städte. 25 Tafeln mit erklärendem Text in Mappe. gr. 4. 9 Mark.

Nieper, F., Das eigene Heim. Eine Sammlung von einfachen, freistehenden Einfamilienhäusern. Dargestellt durch Grundrisse, Schnitte, Ansichten und Perspektiven. 26 Tafeln mit erklärendem Text. gr. 8. In Mappe. 3 Mark.

Nöthling, E., Die Baustofflehre, umfassend die natürlichen und künstlichen Bausteine, die Bauhölzer und Mörtelarten, sowie die Verbindungs-, Neben- und Hilfsbaustoffe. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 30 Doppeltafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Nöthling, E., Die Eiskeller, Eishäuser und Eisschränke, ihre Konstruktion und Benutzung. Für Bautechniker, Brauereibesitzer, Landwirte, Schlächter, Konditoren, Gastwirte u. s. w. Fünfte umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 161 Figuren. gr. 8. Geh. 3 Mark.

Nöthling, E., Der Schutz unserer Wohnhäuser gegen die Feuchtigkeit. Ein Handbuch für praktische Bautechniker, sowie als Leitfaden für den Unterricht in Baugewerksschulen. Mit 24 eingedruckten Figuren. gr. 8. Geh. 1 Mark 20 Pfg.

Opderbecke, A., Der innere Ausbau, umfassend Türen und Tore, Fenster und Fensterverschlüsse, Wand- und Deckenvertäfelungen, Treppen in Holz, Stein und Eisen. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Zweite bedeutend erweiterte Auflage. Mit 600 Textabbildungen und 7 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Opderbecke, A., Die Bauformen des Mittelalters in Sandstein. 36 Blatt in Folio mit Text in Mappe. Zweite Auflage. 6 Mark.

Opderbecke, A., Die Bauformenlehre, umfassend den Backsteinbau und den Werksteinbau für mittelalterliche und Renaissance-Formen. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Zweite vervollständigte Auflage. Mit 537 Textabbildungen und 18 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Opderbecke, A., Die allgemeine Baukunde, umfassend die Wasserversorgung, die Beseitigung der Schmutzwässer und Abfallstoffe, die Abortanlagen und Pissoirs, die Feuerungs- und Heizungsanlagen. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 597 Textabbildungen und 6 zum Teil farbigen Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Opderbecke, A., Dachausmittelungen mit besonderer Berücksichtigung des bürgerlichen Wohnhauses. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. 24 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 4. Geh. 6 Mark.

Opderbecke, A., Der Dachdecker und Bauklempner, umfassend die sämtlichen Arten der Dacheindeckungen mit feuersicheren Stoffen und die Konstruktion und Anordnung der Dachrinnen und Abfallrohre. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 700 Textabbildungen und 16 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Opderbecke, A., Die Dachschiftungen. Zum Gebrauche für Baugewerkschüler und ausführende Zimmermeister. Mit 54 Textabbildungen und einer Doppeltafel. Lex.-8. Geh. 75 Pfg.

Opderbecke, A., Darstellende Geometrie für Hochbau- und Steinmetz-Techniker, umfassend: Geometrische Projektionen, die Bestimmung der Schnitte von Körpern mit Ebenen und unter sich, das Austragen von Treppenkrümmlingen und der Anfängersteine bei Rippengewölben, die Schattenkonstruktionen und die Zentralperspektive. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. 32 Tafeln mit 186 Einzelfiguren und erläuterndem Text. gr. 4. Geh. 6 Mark 75 Pfg.

Opderbecke, A., Der Maurer, umfassend die Gebäudemauern, den Schutz der Gebäudemauern und Fussböden gegen Bodenfeuchtigkeit, die Decken, die Konstruktion und das Verankern der Gesimse, die Fussböden, die Putz- u. Fugearbeiten. Für den Schulgebrauch u. die Baupraxis bearbeitet. Mit 743 Textabbild. und 23 Tafeln. Dritte vermehrte Auflage. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Opderbecke, A., Stadt- und Landkirchen nach Entwürfen und Ausführungszeichnungen hervorragender Architekten zusammengestellt und bearbeitet. 24 Tafeln mit erklärendem Text. gr. 4. Geh. 6 Mark.

Opderbecke, A., Das Veranschlagen im Hochbau, umfassend die Grundsätze für die Entwürfe und Kostenanschläge, die Berechnung der hauptsächlichsten Baustoffe, die Berechnung der Geldkosten der Bauarbeiten und einen Bauentwurf mit Erläuterungsbericht und Kostenanschlag. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 20 Textabbildungen und 22 Doppeltafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Opderbecke, A., Der Zimmermann, umfassend die Verbindungen der Hölzer untereinander, die Fachwerkwände, Balkenlagen, Dächer einschliesslich der Schiftungen u. die Baugerüste. Für den Schulgebrauch u. die Baupraxis bearbeitet. Mit 811 Textabbild. u. 27 Taf. Dritte vermehrte Aufl. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Opderbecke, A. und **Wittenbecher, H., Der Steinmetz,** umfassend die Gewinnung und Bearbeitung natürlicher Bausteine, das Versetzen der Werksteine, die Mauern aus Bruch-, Feld- und bearbeiteten Werksteinen, die Gesimse, Maueröffnungen, Hausgiebel, Erker und Balkone, Treppen und Gewölbe mit Werksteinrippen. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 609 Textabbildungen und 7 Doppeltafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Rebber, W., Fabrikanlagen. Ein Handbuch für Techniker und Fabrikbesitzer zur zweckmässigen Einrichtung maschineller, baulicher, gesundheitstechnischer und unfallverhütender Anlagen in Fabriken, sowie für die richtige Wahl des Anlageortes und der Betriebskraft. Neubearbeitet von C. G. O. Deckert, Ingenieur. Zweite vermehrte Auflage. gr. 8. Geh. 3 Mark 75 Pfg.

Reinnel's, F., praktische Vorschriften für Maurer, Tüncher, Haus- und Stubenmaler, Gips- und Stuckaturarbeiter, Zementierer und Tapezierer, zum Putzen, Anstreichen und Malen der Wände, Anfertigung von baulichen Ornamenten aus Kunststein, Zement und Gips, zur Mischung der verschiedenartigen Mörtel, Anstriche auf Holz, Eisen usw. Dritte Auflage, vollständig neubearbeitet von Ernst Nöthling, Architekt und Kgl. Baugewerkschullehrer. Geh. 4 Mark 50 Pfg.

Ritter, C., Die gesamte Kunstschmiede- und Schlosser-Arbeit. Ein Muster- und Nachschlagebuch zum praktischen Gebrauch für Schlosser und Baumeister, enthaltend: Türen und Tore, Geländer und Gitter aller Art, Bekrönungen und Füllungen, Bänder und Beschläge u. dergl. in einfacher und reicherer Ausführung mit Angabe der gebräuchlichen Mafse. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage. 26 Tafeln mit Text. gr. 8. In Mappe. 4 Mark 50 Pfg.

Robrade, H., Die Heizungsanlagen in ihrer Anordnung, Berechnungsweise und ihren Eigentümlichkeiten mit besonderer Berücksichtigung der Zentralheizung und der Lüftung. Ein Hilfsbuch zum Entwerfen und Berechnen derselben. Mit 117 Abbildungen. gr. 8. Geh. 4 Mark.

Robrade, H., Taschenbuch für Hochbautechniker und Bauunternehmer. Vierte verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 200 Textabbildungen. 8. Geb. 4 Mark 50 Pfg.

Roch, F., Moderne Fassadenentwürfe. Eine Sammlung von Fassaden in neuzeitlicher Richtung. Unter Mitwirkung bewährter Architekten herausgegeben. 24 Tafeln. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Schloms, O., Der Schnittholzberechner. Hilfsbuch für Käufer und Verkäufer von Schnittmaterial, Zimmermeister und Holzspediteure. Zweite Auflage. Geb. 2 Mark.

Schmidt, O., Die Anfertigung der Dachrinnen in Werkzeichnungen. Mit Berücksichtigung der in der Abteilung für Bauwesen im Königlich Preussischen

Ministerium für öffentliche Arbeiten entworfenen Musterzeichnungen. 12 Planotafeln mit 106 Figuren und erläuterndem Text. In Mappe. 5 Mark.

Schöler, R., Die Eisenkonstruktionen des Hochbaues, umfassend die Berechnung und Anordnung der Konstruktionselemente, der Verbindungen und Stösse der Walzeisen, der Träger und deren Lager, der Decken, Säulen, Wände, Balkone und Erker, der Treppen, Dächer und Oberlichter. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Zweite verbesserte Auflage. Mit 833 Textabbildungen und 18 Tabellen. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Schöler, R., Die Statik und Festigkeitslehre des Hochbaues einschliesslich der Theorie der Beton- und Betoneisenkonstruktionen. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 570 Textabbildungen, 13 zum Teil farbigen Tafeln und 15 Querschnittstabellen. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Schrader, L., Der Fluss- und Strombau mit besonderer Berücksichtigung der Vorarbeiten. Mit 7 Foliotafeln. gr. 4. Geh. 3 Mark 75 Pfg.

Schubert, A., Diemenschuppen und Feldscheunen, ihre zweckmässige Konstruktion, Ausführung und deren Kosten, für Landwirte und Techniker. Mit 20 Textillustrationen und 8 Tafeln. gr. 8. Geh. 1 Mark 80 Pfg.

Schubert, A., Kleine Stallbauten, ihre Anlage, Einrichtung und Ausführung. Handbuch für Baugewerksmeister, Bautechniker und Landwirte. Mit 97 Textfiguren und 3 Kostenanschlägen. gr. 8. Geh. 2 Mark 50 Pfg.

Schubert, A., Landwirtschaftliche Baukunde. Ein Taschenbuch, enthaltend technische Notizen, sowie Tabellen und Kostenangaben zum unmittelbaren Gebrauch beim Entwerfen und Veranschlagen der wichtigsten landwirtschaftlichen Bauten. Für Techniker, technische Schulen und Landwirte. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage. 8. Geb. 1 Mark 80 Pfg.

Scriba, E., Moderne Bautischlerarbeiten. Eine Sammlung mustergültiger Entwürfe zum Ausbau der Innenräume im Stile der Neuzeit. 24 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 4. Geh. 6 Mark. Geb. 8 Mark.

Seidel, Fr., Sprüche für Haus und Gerät. 12. Geh. 2 Mark.

Seyffarth, C. v., Modell der zeichnerischen Darstellung für ein freistehendes bürgerliches Einfamilienhaus. Dargestellt durch Zeichnungen im Massstab 1 : 100. Zum Gebrauche beim Unterricht im Entwerfen und Veranschlagen an Baugewerk- und technischen Mittelschulen, sowie zum Privatstudium für Bauschüler. 15 farbige Tafeln mit erklärendem Text. gr. 4. In Mappe. 6 Mark.

Tormin, R., Der Bauratgeber. Ein alphabetisch geordnetes Nachschlagebuch für sämtliche Baugewerbe. Neubearbeitet von Professor Ernst Nöthling, Architekt und Oberlehrer an der Königl. Baugewerkschule zu Hildesheim. Mit 206 Textabbildungen. Vierte bedeutend erweiterte Auflage von Tormins Bauschlüssel. Lex.-8. Geh. 7 Mark 50 Pfg. Geb. 9 Mark.

Tormin, R., Kalk, Zement und Gips, ihre Bereitung und Anwendung zu baulichen, gewerblichen und landwirtschaftlichen Zwecken, wie auch zu Kunstgegenständen. Für Zement- und Kunststein-Fabrikanten, Techniker, Architekten, Maurermeister, Fabrikbesitzer usw. Vierte bedeutend erweiterte Auflage, bearbeitet von Professor Ernst Nöthling, Architekt. gr. 8. Geh. 3 Mark.

Weichardt, C., Motive zu Garten-Architekturen. Eingänge, Veranden, Brunnen, Pavillons, Bäder, Brücken, Ruheplätze, Volieren usw. 25 Blatt, enthaltend 20 Projekte und etwa 100 Skizzen in Randzeichnungen, nebst 6 Tafeln Details in natürlicher Grösse. Folio in Mappe. 12 Mark.

Zimmermanns-Sprüche und Kranzreden, die mustergültigsten, beim Richten neuer Gebäude, namentlich von bürgerlichen Wohn- und Wirtschaftsgebäuden, Kirchen, Türmen, Gerichtsgebäuden, Rathäusern, Waisen-, Schul- und Pfarrhäusern, Hospitälern, Fabrikgebäuden usw. Neunte neu durchgesehene und vermehrte Auflage. 12. Geh. 2 Mark 25 Pfg.

Druck von Straubing & Müller, Weimar.



